

Desarrollo sustentable

aplicaciones
e indicadores

Desarrollo sustentable

María Luisa Quintero Soto • Carlos Fonseca Hernández

Coordinadores

aplicaciones
e indicadores



MÉXICO • 2008

La H. CÁMARA DE DIPUTADOS, LX LEGISLATURA
participa en la coedición de esta obra al
incorporarla a su serie CONOCER PARA DECIDIR

Coeditores de la presente edición

H. CÁMARA DE DIPUTADOS, LX LEGISLATURA
MIGUEL ÁNGEL PORRÚA, librero-editor

Primera edición, diciembre del año 2008

© 2008

MARIA LUISA QUINTERO SOTO
CARLOS FONSECA HERNÁNDEZ
Coordinadores

© 2008

Por características tipográficas y de diseño editorial
MIGUEL ÁNGEL PORRÚA, librero-editor
ISBN 978-607-401-051-0

Queda prohibida la reproducción parcial o total, directa o indirecta del contenido de la presente obra, sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito de los editores, en términos de lo así previsto por la Ley Federal del Derecho de Autor y, en su caso, por los tratados internacionales aplicables.

IMPRESO EN MÉXICO



PRINTED IN MEXICO

www.maporrúa.com.mx
Amargura 4, San Ángel, Álvaro Obregón, 01000 México, D.F.

Introducción

Ma. Luisa Quintero Soto
Carlos Fonseca Hernández

Cada vez más investigadores toman en cuenta el grado de sustentabilidad y compatibilidad de los sistemas económicos. El desarrollo sustentable constituye una aspiración ideal, ya que no se ha logrado del todo la convivencia entre la economía social y la naturaleza, al menos en la civilización occidental. El desarrollo sustentable busca nuevas posibilidades de acciones e interacciones compatibles entre el hombre y la naturaleza, representa la realización de alternativas que superen el malestar creado por el economicismo. La economía estudia los medios para alcanzar ciertos fines: producción, rentabilidad; mientras la ecología los define y adapta a sus medios. De esta forma, la unión entre economía y ecología nos lleva a la economía ecológica, que a su vez se fusionan en ecología económica. La economía ecológica busca el bienestar y la salud humana, así como una ecología compatible con el hombre, por tanto es una expresión de humanismo ecológico, que consiste no en la naturaleza al servicio del hombre, sino en convivencia con él.

El desarrollo sustentable debe integrar la economía y la ecología en un solo sistema, no como una simple sumato-

ria, sino como una auténtica síntesis creadora de un nuevo nivel de análisis entre la producción y la naturaleza. De esta forma, la naturaleza aparecerá determinada por la economía y a la inversa, pero sólo cuando empalma la producción social con la reproducción natural.

El desarrollo sustentable pretende reducir las diferencias entre el funcionamiento de la economía y de la naturaleza, y consolida las áreas en que esto se ha hecho desde tiempo atrás (como en la agricultura), pero de manera consciente, sistemática, totalizadora y global.

La sustentabilidad ecológica no renuncia a los fines del desarrollo, sino los compatibiliza con las leyes que rigen la economía de la naturaleza, por tanto, impone cambios fundamentales y formales en el funcionamiento de los mecanismos económicos que no pueden implantarse sin la acción consciente del hombre en su práctica social comunicativa. De acuerdo con lo anterior y en busca de fomentar todo lo relacionado con lo orgánico, el desarrollo sustentable requiere una reorganización social.

Bajo la temática Desarrollo Sustentable participaron destacados especialistas de diferentes universidades y centros de investigación de México, Holanda y Perú; este libro está estructurado en dos partes. En la primera se resaltan algunos de los enfoques del pensamiento económico para el estudio de la problemática ambiental, de tal forma que en el artículo de Ma. Luisa Quintero se revisa la evolución del pensamiento económico para explicar cuál es el sustento ideológico en el que se lleva a cabo la destrucción o bien, el cuidado del medio ambiente. Retoma las ideas mercantilistas, la teoría clásica, la neoclásica y el neoliberalismo para determinar las posiciones de cada uno de los paradigmas, señalando la función que desempeña la sustentabilidad en el mejoramiento de las condi-

ciones y relaciones naturales en las que se reproduce la humanidad.

Ramón Cruz en su investigación señala que la aparición del problema ambiental, ha ecologizado la ciencia en nuestro país, y en todo el mundo. Analiza el nuevo papel que juega la economía en la ecologización del mercado y las limitaciones que este paradigma representa, sobre todo cuando se enfrentan al problema de asignarle valores económicos a los recursos naturales, y sus distintas opciones de uso. Explica la incorporación de la dimensión económica y tecnológica al vector de desarrollo sustentable, haciendo referencia a las características propias del sector agropecuario y forestal de nuestro país.

Américo Saldívar menciona que la economía ecológica retoma indicadores de desarrollo sustentable para tratar de conocer las interrelaciones entre los seres vivos y el ambiente. Reconoce que el conocimiento de estos indicadores aún es limitado por la complejidad de los sistemas naturales y la falta de datos. Por tanto, señala que es necesario delimitar la diferencia entre el valor monetario y valor ecológico de los recursos naturales para estar en condiciones de establecer análisis más minuciosos, mediante el paradigma del desarrollo sustentable como una vía más operativa y funcional que enlace lo económico, ecológico, social e institucional.

En la segunda parte del libro se abordan los indicadores ambientales del desarrollo económico y los métodos de valoración ambiental. Edilberto Matías San Román establece en su investigación mecanismos de control que permitan el manejo adecuado de los recursos naturales de la comunidad de Ashotán en beneficio de sus dueños, mediante un proceso participativo. Además de que es necesario establecer controles de equilibrio entre usos, destinos y reservas, conside-

rando las necesidades socioeconómicas de la población. Muestra el tipo de actividades productivas que puede realizar la gente de la comunidad, las características que presentan y su importancia económica; así como establecer bajo qué ordenamiento ecológico pueden implementarse proyectos que satisfagan las necesidades sociales y ecológicas de los habitantes.

César Ramírez resalta el papel estratégico que juega la región Atenco-Textcoco debido a que considera que cuenta con los recursos suficientes para construir un proyecto de desarrollo alternativo a partir de una relación sustentable con la Ciudad de México, basado en el fortalecimiento de la agricultura y fundamentado en la identidad cultural de la región. En su estudio, reflexiona acerca de los temas de sustentabilidad y de planeación municipal a partir de políticas públicas, enfatizando que se tiene que aprovechar plenamente sus recursos sobre la base de la participación social y la identidad regional.

Diodoro Granados en su trabajo resalta que la selva de Quintana Roo tiene un aprovechamiento de uso múltiple en aproximadamente 300,000 ha, bajo una organización forestal-ejidal, con un manejo silvícola de más de 100 especies arbóreas donde se práctica el sistema de selección en caoba (*Swietenia macrophylla*) y otras actividades complementarias como extracción de resina de chicle, producción de carbón, obtención de madera para durmientes y productos de recolección. Indica la importancia de estos sistemas de producción dentro de la economía campesina y sus aportaciones para mantener en equilibrio los ecosistemas.

Por su parte, Gerardo Noriega y Sergio Cruz presentan un estudio realizado en la Subcuenca del Río Cuxtepeques en Chiapas, donde muestran la acelerada pérdida del suelo de esta región estimada en 36 millones de toneladas/año.

Mencionan que el Distrito de Riego de la zona tiene una superficie de 10,410 ha donde 84 por ciento de los suelos es de texturas medias, 2,352 ha son pobres en materia orgánica; por lo que es urgente la rehabilitación del Distrito de Riego que requiere una inversión aproximada de 79 millones de pesos.

Daniel Callo examina algunos conceptos y capacidades de los sistemas agroforestales (SAF's) para proveer servicios ambientales. Para ello toma como marco de análisis la Economía de Recursos Naturales, específicamente la internalización de externalidades. Define los servicios ambientales, sus funciones y potencialidades económicas y ambientales. Revisa las corrientes y conflictos presentes en la protocolización de convenios globales, las áreas consideradas y los mecanismos de transferencia. Relaciona conceptos técnicos de agroforestería y dos grupos de servicios ambientales cruciales: preservación de la biodiversidad y captura de carbono.

Mientras que Kieft Mulder muestra en su trabajo cuáles serán las proyecciones de consumo de combustible en el sector automotriz a partir de los modelos planteados por Logit o Probit para estimar las probabilidades de tenencia de vehículos en diferentes rangos de ingreso y su distribución. Asimismo, aplica los resultados de Dargay y Gately para modelar la relación a largo plazo entre la tenencia per cápita y el ingreso. Plantea que la demanda de combustible depende de tres variables: 1) ingreso per cápita; 2) precio de la gasolina; y 3) número de vehículos per cápita.

En el capítulo de José Luis Romo se discuten diversos marcos teóricos que influyen en la selección de indicadores relacionados con aspectos de sustentabilidad por parte de distintas disciplinas del conocimiento y su actual auge. Indica que esta selección se complica debido a que la rea-

lidad se compone de múltiples interacciones y la forma en que el hombre enfrenta esa complejidad ha sido mediante la elaboración de enfoques: 1) enfoque presión-estado-respuesta (PER); 2) enfoque de fuerzas conductoras-presión-estado-impacto-respuesta (FPEIR); 3) enfoque sistémico; y 4) enfoque de criterios e indicadores (CEI). De los cuales se presenta una crítica y las principales limitantes al momento de aplicarlos.

Yolanda Trápaga estudia las características de la agricultura orgánica y su viabilidad en la época actual. Señala que la agricultura orgánica está vinculada a procesos de certificación que no expresan aspectos económicos y sociales. Indica las limitantes de esta alternativa ante el contexto de acumulación de ganancias que exige el mercado mediante la rentabilidad, productividad y esquema de competitividad en unidades de producción cada vez más grandes en extensión y en capital, y dominado por grandes consorcios productores de bienes para el mercado mundial. Menciona que la agricultura orgánica presenta serias limitantes relacionadas con aspectos técnicos de rendimientos en el corto plazo comparado con el uso de tecnologías intensivas.

Rafael Borrayo y J. Manuel Castañeda indican que es limitada la investigación sobre políticas ambientales a escala regional en México. Plantean una propuesta de descripción, análisis e interpretación desde una perspectiva estructural, donde retoman conceptos de Capital Natural Crítico (CNC), y sustentabilidad fuerte, para identificar la forma y la cuantía en que los procesos económicos impactan los sistemas ambientales regionales. Señalan que la política ambiental en México muestra graves problemas institucionales para evaluar los objetivos del plan nacional en el espacio regional, identificado éste como el nivel na-

tural para la convergencia de las acciones de los gobiernos estatales y municipales, y del conjunto de prácticas más localizadas que empuja la sociedad civil organizada, donde es indispensable plantear una estrategia de Desarrollo Regional Sustentable.

César Lima en su investigación plantea la necesidad de reformar el esquema legal que regula el pago de derechos por descargar aguas residuales, en bienes de propiedad nacional. Su propuesta se fundamenta en aspectos técnicos, así como jurídicos para explicar la antinomia que existe entre la *Ley Federal de Derechos* y la actual norma oficial mexicana, que regula la calidad de las descargas a cuerpos receptores de propiedad nacional.

Luis Felipe Sánchez presenta un análisis de la disponibilidad natural del agua en el país, revela la grave situación que prevalece en las regiones áridas, donde el balance es negativo y se está minando el almacenamiento subterráneo; mientras que en las porciones más lluviosas del país, de menor desarrollo, importantes cantidades de agua subterránea fluyen hacia los océanos sin ser aprovechadas. Realiza una comparación de cómo se maneja el agua en otros países a través de indicadores internacionales y en el entorno nacional señala cuál es la política hidráulica establecida por la Comisión Nacional del Agua adscrita a la Secretaría del Medio Ambiente y de Recursos Naturales para el 2001-2006.

Por su parte, Pedro Sunyer muestra cuál ha sido la importancia y evolución de la obra de riego agrícola, El Rodeo, en Miacatlán (Morelos). Resalta los efectos que ha tenido dicha obra en el marco ambiental, social y económico, valorando su impacto positivo y negativo en esos ámbitos. Indica que sólo una revisión histórica de las condiciones ambientales y socioeconómicas de la zona, puede señalar las

medidas correctivas que se podrían aplicar para reducir sus efectos negativos, y enfatizar sus beneficios, puede contribuir a mejorar sus utilidades considerablemente.

En la realización de este trabajo queremos agradecer el apoyo logístico de Mizraim Verboonen, Marko Julio González Bazán y Juan Manuel Maqueda Rosales, así como la supervisión editorial de Herving Irving Mendoza, ya que su valiosa participación permitió concluir esta obra.

PRIMERA PARTE

*Enfoques para el estudio
de la problemática
ambiental*

El enfoque conceptual de la economía ecológica

Ma. Luisa Quintero Soto

INTRODUCCIÓN

La economía ecológica difiere de la ecología convencional por la importancia que confiere al hombre como especie y por el acento que pone sobre la importancia mutua de la evolución cultural y biológica (Costanza, 1989: 4). La evolución es el proceso de cambio en los sistemas complejos mediante la selección de rasgos transmisibles.

En el proceso de aparición y diferenciación de esta nueva economía, se hace necesaria una revisión de las principales ideas del pensamiento económico en que se sustenta la destrucción ambiental. Podemos señalar que para los mercantilistas y los clásicos como A. Smith la función principal del bien natural es lograr una mayor rentabilidad, en cambio para los neoclásicos el recurso natural funciona como una externalidad. Para otros autores como David Ricardo, los bienes naturales son fuente inagotable, mientras que para el caso de Malthus los recursos tienen potencial ilimitado o bien, limitado.

Bajo el modelo neoliberal los recursos representan un capital natural que permite un mayor desarrollo; al respecto

Lenin y Trotsky plantean que los recursos son la base para la eliminación de la explotación y la construcción del socialismo. También existen corrientes menos destructoras del medio ambiente, como la de los fisiócratas que consideran a la naturaleza como la base de la economía y de la producción de la riqueza material, mientras que para Marx los recursos naturales constituyen una condición indispensable que se debe cuidar. Adicionalmente encontramos posiciones que indican que se requiere un cambio en el concepto mismo de los recursos, en su uso, aprovechamiento y el manejo que ha tenido la naturaleza, es decir, hablamos de la economía ecológica, donde sobresalen autores como Costanza, Daly, Martínez Alier. Esta última trata de resolver no sólo los problemas ambientales, sino específicamente los económicos. El crecimiento económico basado en modelos mercantilistas agravan el uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y ocasiona pérdidas cuantiosas ocultas en prácticas comerciales sustentadas en el engaño y en la dependencia hacia el consumo, que acaban tanto con la solidaridad como con la convivencia humana. La sustentabilidad aparece como una alternativa frente a la economía depredadora; sin embargo, ésta es sólo una condición para aproximarnos a una economía ecológica.

La sustentabilidad entendida como el mejoramiento de las condiciones y relaciones naturales en que se reproduce la humanidad, se convierte en un enemigo en el marco del sistema presente y aun en los precedentes, aunque en éstos con grados menores de impacto ambiental, ya que ninguna sociedad había alcanzado el nivel de mundialización como el que ha logrado el capitalismo, basado en la expansión, profundización y desarrollo del mercado mundial, pero el progreso ha significado cada vez más deterioro ambiental (Torres, 2001).

¿Es posible progresar sin destruir los recursos naturales? Si sabemos que el sistema económico actual es fuente de la destrucción natural, por tanto ¿cómo sería factible transformar las condiciones naturales, sin modificar el sistema? (Fetscher, 1993). Esto conlleva a que la modificación del sistema presente hacia un sistema ecológico, requiere de una nueva relación con las condiciones naturales. La principal condición natural del hombre es su reproducción social, por tanto, en sus condiciones naturales hay factores sociales que están presentes. En este contexto la función del Estado es de vital trascendencia como coadyuvante a la sustentabilidad social (Marx, 1973).

La economía ecológica, como síntesis entre los procesos reversibles e irreversibles presentes en la naturaleza y la acción humana tendiente a arrancarle a la tierra sus frutos, significa no una disolución de la sociedad en aras de mantener los procesos naturales, menos aún de sostener la economía social bajo acciones ficticias que la hagan más aceptable por los procesos de desarrollo natural, que parecen alejarse cada vez más de las complicaciones inherentes a la producción social combinada.

La economía ecológica busca reducir los conflictos que se dan entre el comportamiento económico y la lógica de la recuperación de las condiciones naturales, lógica rota por el hecho de que se tardarían miles de años en reponerse dichas condiciones y entonces no sería posible la vida en el planeta. En lugar de estos conflictos, se pretenden coincidencias que signifiquen beneficios compartidos por ambos aspectos, lo cual implica empatar los tiempos de recuperación que son necesarios para que la vida natural y humana puedan continuar con su inter-

cambio de materias, sin poner en riesgo a alguna de las partes señaladas.

La economía ecológica, que tampoco es economía ambiental, dispone de los medios para aumentar la producción natural en forma tal, que permita y ayude a una adecuada recuperación social, a veces con una economía gigantesca de medios, sobre todo de trabajo, pero en ocasiones exigiendo un descomunal trabajo, que en este caso, es necesario realizar como medida que pueda aplicarse para la regeneración y mejoramiento de los ecosistemas.

Uno de los supuestos de la economía ecológica resulta de una crítica a la economía ambiental, en tanto no cambie la base, sentido y formas importantes que no dejan de ser puramente secundarias. En este aspecto, podemos decir que la llamada economía ambiental se limita a expresar la incompatibilidad que la caracteriza en su relación con el tipo de manejo que se hace con la naturaleza, y con lo que implicaría un manejo apropiado de la misma.

En suma, la economía ecológica no debe entenderse como una prolongación que corrige los defectos del sistema vigente, sino su radical transformación, atendiendo a una modificación de su comportamiento esencial, condiciones y resultados del proceso de generación de los bienes y servicios que reclama la comunidad y que deben hacerse con la mayor eficiencia posible, dentro de los límites del problema que heredaremos de las generaciones pasadas (Marx, 1973: 10).

En segundo lugar, habrá que considerar que el concepto elemental con que se construye una teoría económica, de acuerdo con Smith, el valor puede ser considerado como modificado, dado que al trabajo socialmente necesario, le incorporaremos el trabajo ecológicamente necesario, en condiciones altas y bajas. El tiempo de trabajo social a medio, sigue

rigiendo como norma para fijar los tiempos básicos para la producción; en este caso, para la reproducción de las condiciones que están detrás de la producción de un artículo.¹

En este aspecto, la internalización del coste está dado no en la fijación del precio de los factores, en la distribución, sino como un determinante del proceso de trabajo y de producción, del proceso de valorización. En este caso, no se trata de que la naturaleza genere valor (Marx, 1973: 11) sino que se incremente o disminuya por ser mayor el deterioro o el coste ecológico, o menor. Esto sería la internacionalización del coste, considerando el trabajo como único creador, sólo que adicionado el trabajo necesario para la reposición del bien natural que concurre directa o indirectamente en la reproducción de un bien determinado.

Destacar la economía de los valores de uso, cuando no son soportes de los valores de cambio; por tanto, junto a la economía mercantil hay que considerar la economía de valores de uso, no sólo como un resabio del pasado, aún presente, sino como un elemento que conforma la economía del futuro, que es una economía ecológica.

PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA ECOLÓGICA

Una vez conformada la síntesis dinámica entre la organización social y los ecosistemas terrestres y marinos, es indispensable señalar los principios a partir de los cuales

¹Para el ser humano, no cabe la menor duda de que la naturaleza tiene valor de uso. El agua, el aire, los vegetales, tienen propiedades indispensables para la sobrevivencia del ser humano. No obstante, este valor no es concebido bajo la perspectiva de Marx. Los elementos de la naturaleza no son mercancías en sí. Tienen un valor concreto de utilidad individual, es una riqueza, pero su intercambio para poder gozar de sus propiedades no es una característica intrínseca (Dibammour, 2003).

deberá construirse una economía que en su sustento, no choque con la naturaleza, debido a que no establece un criterio de superioridad humana sobre los procesos naturales porque no se trata de rebasar los límites que permiten el desarrollo de la producción social, pero sí obstáculos que se superan, solamente en la medida en que la naturaleza sea tratada como la fuente principal de conocimiento y el aprendizaje social.² Esto requiere saber cuáles son los principios que definen a una economía ecológica.

El primero es el principio de la *compatibilidad*, no sólo en tanto que comienza a ser determinante de una transformación en que se desdobra como reversión del sistema depredador y, al mismo tiempo, como generador de nuevos horizontes en el entorno socioeconómico, sino también como vinculación con todos los nexos preexistentes respecto a los fundamentos de la producción social, basada en el dominio del hombre sobre la naturaleza.

Esa visión ilustra hasta dónde las ficciones pueden convertirse en una realidad cruel para ambos: la sociedad y la naturaleza; y más aún, cuando partimos del hilo conductor del análisis dado, en la posibilidad de analizar a ambos elementos como parte de todo (Torres, 2001).

Principio de la *compensación*. No sólo en el ámbito económico, sino reconociendo la compensación de las pérdidas ocurridas en los ecosistemas, cosa que no puede realizarse completamente, pero sí cambiar la dirección y tendencias: así el problema podrá ser más manejable, siendo entonces un triunfo del hombre sobre sí mismo, medido

²En este sentido (Leff, 1984: 104) se señala que es posible construir un paradigma productivo alternativo, fundado en el concepto de productividad ecotecnológica, el cual articula los niveles de productividad ecológica, tecnológica y cultural en el manejo integrado de los recursos productivos. Esta productividad ecotecnológica difiere necesariamente de la productividad económica tradicional y de su evaluación en términos de los principios de mercado.

por la capacidad de adaptarse a los límites naturales y creando condiciones para modificar el conjunto de relaciones hombre-naturaleza y no sólo algunas de ellas.

Como ley económica (Marx, 1973: 276) propone cubrir las necesidades básicas de la población, partiendo de ingresos que no reflejan la productividad, sino que también permiten recuperar condiciones históricas destruidas por la civilización occidental. Esto implica la necesidad y posibilidad de lograr un desarrollo no depredador ecológico social.

También la *corresponsabilidad* implica cumplir acciones frente a la naturaleza que la compensen y ello no ocurre, en tanto no esté presente la *corresponsabilidad* humana. Si queremos que la tierra produzca más, dejemos el tiempo necesario para que se recupere, no forcemos a que siempre genere la producción que aspiramos.

Al mismo tiempo la *corresponsabilidad* es social, es decir, se refiere a los mecanismos de reproducción social. Hoy, para nadie es una duda comprobar la acción unilateral de los miembros de la sociedad ante las responsabilidades que deben y pueden asumirse tanto en la producción, como en la restauración y mejoramiento de la naturaleza, de la tierra (Marx, 1981).

La *reciprocidad* se da a un nivel tanto local como global, e implica actuar en sentido opuesto, en otra dirección pero en la misma magnitud y con la misma intención: yo te doy, tú me das; sin embargo varía según la diversidad económica y social que se trate. El compromiso de defender los intereses grupales o de clase debe darse al tiempo que no se comprometen los pactos y alianzas realizadas dentro de la sociedad como un todo. Es principalmente la voluntad política, social y moral, individualmente hablando, la que permite generar acciones que ayudan, tanto a la compensación como a la corresponsabilidad social.

En zonas no formalmente capitalistas (Luxemburgo, 1966) la reciprocidad es una de las bases que permiten la reproducción de dichas sociedades. En este sentido, son fáciles de integrar a una economía ecológica, cosa opuesta a lo que ocurre en relación con las regiones que basan su existencia en aprovechamiento personal (Marx, 1981: 129), la competencia y la exclusión. El capitalismo desarrollado dejó y abandonó los principios de igualdad económica para dar cauce abiertamente al monopolio, situación que estorba a cualquier tipo de propuesta ecológica, pues el principio de uso y abuso del recurso natural conforme al derecho romano, es el causante de la destrucción natural y presupone la propiedad privada que conduce al monopolio. Por el contrario, el régimen de igualdad económica y moral se halla en un modelo alternativo al actual, el cual para funcionar tendrá que basarse en los principios de una economía ecológica.

Conservación. Sin conservación no hay reproducción y no habría la aspiración hacia una agricultura y economía ecológicas. La conservación presupone la reproducción y todas las demás acciones expresadas en los rasgos señalados en la compatibilidad.

Para que la conservación pueda permanecer, no basta con dejar hacer y dejar pasar, mientras avanza la degradación ambiental, que incluye la social. Requiere entonces diseñar soluciones necesarias a la escala que deben acompañarse de planes que surjan de la realización individual, grupal y sociocultural. Pero la conservación no es estática, ya que la compatibilidad, en un principio, implica ajustarse a los ciclos, no sólo naturales sino también histórico-sociales; conservar es cambiar, pues cambiar conserva, pensando en la compatibilidad. En este caso es necesario hacer énfasis en el descenso de alternativas

sociales hoy ya superadas: tanto estatismos como privatismos. El mercado, lejos de ser la solución, afianza al modelo depredador, el mercado es depredador por sí sólo, si no se le controla (Marx, 1975: 15). Por tanto, la expansión del mercado debe darse dentro y sólo dentro del marco de los planes; no podemos decir y hacer lo contrario (Torres, 2001).

Estabilidad y cambio. Si consideramos el funcionamiento de los ecosistemas, éstos tienen propiedad de estabilidad (Márquez, 1980). Ésta, sin embargo, no debe entenderse como continuidad, ya que ello implica un crecimiento sostenido, en algunas ocasiones más que proporcional, hablando comparativamente de una situación diferente, o bien, de una etapa anterior a su propio desarrollo.

La continuidad y sus límites. Primeramente se tiene que destacar que la continuidad es la característica técnica del proceso de producción (Marx, 1973: 93) que surge inicialmente como necesidad de hacer de la producción una actividad ininterrumpida. Así entonces, continuidad significa reducir o eliminar las interrupciones del proceso por falta de pericia humana. De esta forma, el hombre se convierte en el motor del proceso productivo en la era de la manufactura, afianzando la división del trabajo y creando condiciones para que se establezcan formas superiores de continuidad, ya que se encuentran limitadas por la acción humana y el trabajo (Marx, 1973).

ELEMENTOS INDISPENSABLES DE LA ECONOMÍA ECOLÓGICA

Para que la economía ecológica funcione, requiere que tengamos en cuenta que es necesario, independientemente de la gravedad (no de la crisis ambiental), la renovación de

las cuatro formas sustanciales descritas, es decir, el sector de medio de producción y medio de consumo que tienen un origen directo natural, pues las demás son esferas donde es directo y cada vez más lejano, mientras mayor sea el progreso tecnológico. Por otro lado, también tenemos la consideración de los sectores de producción y consumo para la naturaleza, lo cual queda fuera de la ley del valor y de la reproducción, desde un punto de vista mercantil, pero no de valores de uso. Y aquí no sólo estamos hablando de valores de uso para la misma naturaleza. Éstos no pueden medirse en dinero, sino sólo en la calidad de los materiales y productos considerados, tomando en cuenta que en la naturaleza se da reciclaje, una reproducción que ocurre sin la acción humana.

Primero están los medios naturales que se reproducen con la acción humana, esto significa que dicha acción constituye una fracción de los procesos de la vida natural en la Tierra y en la biosfera o en la ecosfera. Por otro lado podemos considerar los recursos naturales así convertidos en beneficio humano. Es la otra parte de esta naturaleza, es la parte hominizada, o bien, *natura naturata* (Spinoza, 1983: 45). Se trata de las condiciones que se reproducen sin la acción humana, pero cuyo beneficio para el hombre es más directo que en el caso anterior. El hombre se beneficia por ello, pero no se lo debe al hombre mismo. Por ejemplo, pensemos en la polinización o en la conservación y regeneración de materiales genéticos, que sirven de base para la producción y el consumo humano.

Un tercer grupo abarcaría a los recursos naturales que dependen del hombre pero que no son destruidos por el consumo o la producción social; son las reservas estrictamente productivas. Así, mientras en el primer grupo tenemos las reservas para la naturaleza y en el segundo para el

hombre, en el tercero tenemos las que el propio hombre ha creado al margen de cualquier proceso de destrucción masivo vigente. Estas reservas se refieren ya al ámbito de los recursos naturales *renovables*, es decir que pueden renovarse continuamente. Los grupos anteriores tratan de recursos naturales reproducidos por el hombre tanto en plantas y animales, como en semillas, árboles, etcétera (Torres, 2001).

Por último, nos referimos al grupo de recursos que se consumen y, por tanto, se destruyen (indirectamente o bien, en su base dada su debilidad genética, su breve presencia en el suelo, etcétera) y/o que se dilapidan y no sólo no regresan a la naturaleza, sino que la contaminan por acumulación sedimentaria de sales. Aquí está presente todo el manejo tecnológico que se utiliza anualmente como capital circulante, el producto agropecuario, marino y pesquero. De estos cuatro grupos, los dos primeros corresponden a medios de producción y los dos siguientes a medios de consumo, sólo que el primero es prácticamente invisible para la economía; el segundo una externalidad; el tercero, medios de producción para el consumo y el cuarto, de consumo directo.

CORRIENTES TEÓRICAS DEL MEDIO AMBIENTE

De acuerdo con Pearce y Turner (1995) en los años setenta empiezan a percibirse los problemas de los recursos naturales y el medio ambiente a partir de cuatro posiciones que veremos enseguida:

Una corriente extremista, llamada preservacionista, centrada en la preservación integral de la biosfera. Ningún aspecto constitutivo de la biosfera debe ser tocado por las actividades del hombre; salvo en caso de urgencia, el hom-

bre no posee ningún derecho sobre los recursos naturales. Al contrario, los elementos no humanos poseen derechos que el hombre debe respetar. Las consideraciones éticas se extienden así a la naturaleza entera y valen para siempre. Este enfoque corresponde principalmente a la corriente llamada *ecología profunda*.

La segunda corriente está dominada por la eficiencia económica y su principal instrumento es el análisis costo-beneficio. Esta concepción se fundamenta en el utilitarismo y en los derechos de propiedad; permite al mercado regular la explotación de los recursos. El optimismo tecnológico y las posibilidades de sustitución, en función de los precios, dejan el campo libre a la explotación de los recursos naturales y del ambiente. Está ausente toda consideración, tanto intrageneracional (con referencia a la distribución) como intergeneracional (Corona, 2000).

Una tercera posición llamada conservacionista, que ve en los recursos y en los problemas del ambiente una restricción tal para el crecimiento económico, sugiere que éste deberá detenerse de buen grado o por la fuerza. Estos son los partidarios del crecimiento cero o del estado estacionario. Se trata de un punto de vista antropocéntrico, distinto, en consecuencia, a la primera corriente. Igualmente se diferencia del segundo enfoque por su preocupación de mantener una base de recursos naturales. Las consideraciones éticas intergeneracionales dominan netamente a las preocupaciones intrageneracionales y conducen a sacrificar el crecimiento presente en aras del beneficio de las generaciones futuras.

La cuarta corriente ve en los recursos y en los problemas del medio ambiente, una severa restricción al crecimiento económico, pero al mismo tiempo estima que es posible un compromiso, con el auxilio de una definición

adecuada de las restricciones que deberá respetarse y de un uso hábil de los instrumentos económicos de estímulo. Aquí se encuentran los más fervientes partidarios del desarrollo sustentable. Las consideraciones éticas intrageneracionales e intergeneracionales se toman en cuenta de manera equilibrada. Propugnan no sacrificar el desarrollo actual sino cambiar sus características para permitir un desarrollo durable (Corona, 2000: 78).

Puede observarse que entre las cuatro corrientes respecto del ambiente y de los recursos naturales, las dos primeras son la consecuencia de concepciones reduccionistas y unilaterales, en tanto que las dos últimas se derivan en grado diverso de posiciones de compromiso entre economía, por una parte, y de ambiente y recursos naturales, por la otra.

El interés de la ciencia económica por la naturaleza creció fuertemente desde los años setenta, si se juzga por el número de publicaciones, revistas especializadas, por la multiplicación de congresos y el desarrollo de un verdadero cuerpo teórico. En este campo han participado el análisis económico estándar y corrientes más heterodoxas, según se vio en páginas precedentes. Antes de 1970 el desarrollo de la teoría era una resultante de diferentes contribuciones de la historia del pensamiento económico. A continuación se presentan en forma resumida esas contribuciones de dicho desarrollo. El análisis económico de los recursos naturales y del ambiente es básicamente neoclásico y se inscribe, por ello, en el paradigma mecanicista. Las cuestiones se plantean en términos de asignaciones de bienes entre los agentes en función de sus preferencias, pero los bienes y servicios naturales presentan un cierto número de particularidades a las que corresponden los siguientes conceptos:

- *Recursos naturales o activos naturales* designan al conjunto de bienes que no son producibles por el hombre. Estos recursos se dividen por una parte, en recursos agotables o no renovables, cuyos acervos se encuentran en la tierra; y los recursos renovables que se generan sobre un horizonte económicamente significativo, gracias a su inscripción biofísica e independientemente de toda intervención humana. Por otra parte, se encuentran los recursos mercantiles y los recursos libres, como el aire o el Sol.
- *Los efectos externos o externalidades* designan las interdependencias entre los agentes económicos que afectan así las funciones-objetivo respectivas de aquellos, sin estar regulados por el intercambio voluntario de bienes que da lugar a un pago, que supuestamente representa su valor.
- *Los bienes colectivos* designan bienes cuyo consumo no es exclusivo de nadie o sobre los cuales se constata una imposibilidad teórica o contingente de definir derechos de uso exclusivo.

Lo que se llama tradicionalmente *economía de recursos naturales y del ambiente* es el despliegue de estos tres conceptos, que aportan la corriente neoclásica a los problemas suscitados por la naturaleza. Surge así en primer lugar la doble confrontación entre lo producible y lo no producible, de lo mercantil y lo no mercantil. En este cuadro analítico, la visión lineal heredada del paradigma mecanicista impide aprehender plenamente los vínculos entre consumo de recursos naturales y polución, o de ver las posibilidades de retracción del agotamiento de recursos o de la polución sobre la economía. Por esta razón, el análisis estándar de la economía de recursos naturales y del ambiente se disoció, históricamente, entre una

economía de recursos naturales y una economía del ambiente. Ciertas categorías, como los bienes colectivos y los análisis que se desprenden, aparecen a la vez en el campo de la economía de recursos naturales y del ambiente.

Las teorías clásicas de la producción proporcionaron los fundamentos de la teoría de los recursos naturales en tanto que el análisis del ambiente, que se confunde frecuentemente con la economía de la polución; encuentra sus fuentes en las teorías neoclásicas de la utilidad o del bienestar. En cuanto a los análisis críticos de la corriente dominante han mostrado su pertinencia con el seguimiento del desarrollo sustentable. Esto implica, por una parte, la aprehensión circular de las relaciones entre economía y ambiente que prohíbe toda disociación entre el tratamiento de los recursos y el tratamiento de la contaminación. Requiere, además, una visión coevolutiva de las esferas económicas, sociales y naturales, ya que la sustentabilidad debe referirse a estas tres esferas. Por ello, aun si la corriente dominante abordara ampliamente el desarrollo sustentable, en particular en los análisis macroeconómicos, esta materia constituirá el terreno favorito de los enfoques derivados de los paradigmas termodinámicos y de los seres vivos. Estos últimos encuentran una fuente antigua de inspiración en el pensamiento económico; por una parte, en lo que Baumol (1952) llama la *dinámica grandiosa de los clásicos*, cuya conclusión es el fin de la acumulación en el estado estacionario; y por otra, en las teorías de la reproducción.

EL MARCO TEÓRICO DE LOS RECURSOS NATURALES

Se apuntó antes que la noción de recursos naturales está presente desde las primeras reflexiones económicas, ya

que son indispensables para la producción de riquezas económicas. Sin embargo, a partir del siglo XIX, con el auge de la teoría neoclásica ocurre una exclusión progresiva de los recursos naturales del campo del análisis.

El papel de los recursos naturales en la teoría de la producción neoclásica

El análisis neoclásico explica el valor de cambio en términos de valor de uso. El concepto de utilidad se acerca al de rareza, es decir, la limitación de cantidad. Todo bien económico debe responder a una triple exigencia:

1. Las cosas útiles limitadas en cantidad son apropiables.
2. Las cosas limitadas en cantidad son válidas e intercambiables.
3. Las cosas útiles limitadas en cantidad son industrialmente producibles y multiplicables (Walras, 1874).

Si bien existe en abundancia, como la mayoría de los recursos naturales, no es un bien económico sino un bien libre, por tanto no es objeto de lo económico. En éste, el análisis neoclásico se une a las conclusiones de los clásicos. Ambas corrientes se separan cuando los primeros no privilegian a los recursos naturales mercantiles. El fundamento material de la producción se oculta en cierto modo. El enfoque en términos de dotación, iniciales al precio de los factores (con base en las rarezas relativas y la demanda), y de los precios proporcionales a los factores utilizados. De esa manera, ignora el vínculo que une la producción a los recursos. El objeto de la teoría neoclásica es, en efecto, de-

mostrar la existencia y estabilidad del equilibrio, al considerar como punto de partida las dotaciones iniciales, y no al comprender la génesis y el proceso de producción.

Desde los primeros neoclásicos, la teoría de la producción deja de constituir un tema central, como en el universo clásico, para convertirse en una simple prolongación de la teoría del intercambio. Hacia 1895, cuando se formula la llamada *teoría completa de la producción*, no se trataba de una teoría de la producción en sí, sino más bien de una teoría de la distribución entre los factores de esta última. La consecuencia directa de tal enfoque es la eliminación progresiva de los recursos naturales mercantiles del campo de la producción. En los años setenta surge una verdadera preocupación del análisis neoclásico por los recursos naturales.

La teoría se encontraba desprovista de instrumentos analíticos cuando al comenzar la década mencionada, aun antes de los sacudimientos petroleros, el Club de Roma planteó el problema del agotamiento de los recursos naturales como freno al crecimiento. En 1972 se publica el libro *Los límites al crecimiento*, realizado por Forrester. Esta obra, a pesar de sus limitaciones, propone una ampliación considerable de la visión del crecimiento macroeconómico. Al abandonar la aprehensión lineal de los vínculos entre economía y ambiente, propia del paradigma mecanicista, la nueva visión toma en consideración no sólo los factores positivos tradicionales del crecimiento (población y capital) sino igualmente factores de frenaje (agricultura, recursos no renovables, polución). Al término de ese trabajo, y después de haber probado varios escenarios alternativos, surge la noción de que la prosecución del crecimiento es imposible en razón, sobre todo, del agotamiento de los recursos naturales, principalmente energéticos.

Por otra parte, se comprueba que los recursos naturales renovables mismos, más allá de una tasa dada de utilización, pueden agotarse. Estos resultados van a resquebrajar el tratamiento neoclásico de los recursos naturales, tanto que las conclusiones de este informe se propagan rápidamente y las dos crisis petroleras amplifican los ecos. La teoría dominante actúa entonces con el fin de mostrar que en el marco de la teoría neoclásica es posible abordar la explotación de los recursos naturales, según se percibe en el siguiente pasaje de un memorandum de Solow a la *American Economic Association* en 1974:

Hace como un año, después de haber leído un cierto número de informes elaborados por respetables comités sobre la escasez creciente de materias primas en Estados Unidos y en el mundo, y después de haber leído, como todo el mundo, el libro *Los Límites al crecimiento*, decidí investigar lo que la teoría económica tenía que decir sobre los problemas ligados a los recursos naturales.

La vieja distinción entre capital fijo y capital circulante, heredada de la tradición clásica, se introduce. En lo sucesivo, los recursos naturales mercantiles (renovables y sobre todo agotables) se consideran como capitales específicos, es decir, lo que Solow califica de capital natural; noción que, según se verá, tendrá un gran éxito y ocupará una amplia extensión en los análisis del desarrollo sustentable. Esto significa que los recursos naturales mercantiles (agotables o renovables) han recuperado el lugar que tenían en las teorías clásicas de la producción. De todos modos, como en la tradición clásica, la administración de los recursos naturales no mercantiles, es decir, libres, no forma parte de las preocupaciones de la nueva teoría de los recursos que toma su lugar. Por ejemplo, las condiciones

atmosféricas, la lluvia, el viento pueden presentar una contribución innegable de recursos libres a la producción agrícola. De hecho, los recursos libres corresponden con frecuencia a condiciones biogeoquímicas de las que se beneficia la economía. Constituyen el don gratuito de la naturaleza en el sentido pleno del término y los oculta el análisis económico.

CONCLUSIONES

Hemos visto que las relaciones entre la economía y los recursos naturales cada vez se hacen más complejas y que no podemos permitir separar el vínculo básico entre el tratamiento de los recursos y el de la contaminación. Por lo que se requiere de una visión amplia de los ámbitos sociales, económicos y naturales, debido a que la sustentabilidad implica estas dimensiones. De ahí que si la corriente dominante analizara el desarrollo sustentable, en particular en los análisis macroeconómicos, en este estudio aparecerían nuevamente los paradigmas termodinámicos y de los seres vivos.

BIBLIOGRAFÍA

- BAUMOL, W., "The Transaction Demand for Cash: An Inventory Theoretic Approach", en *Quarterly Journal Economics*, núm. 66, noviembre, 1952.
- CORONA, Alfonso, *Economía ecológica: Una metodología para la sustentabilidad*, México, UNAM, 2000.
- COSTANZA, Robert, *What is ecological economics? Ecological Economics*, Estados Unidos, CAS Hall, 1989.

- DIBAMMOUR, Tamila, "Valorar la naturaleza: una contradicción del sistema económico", en *Economía Informa*, abril-mayo, núm. 316, 2003.
- FETSCHER, Irving, *Condiciones de supervivencia de la humanidad. ¿Es posible salvar el progreso?*, Barcelona, Alfaguara, 1993.
- LEFF, Enrique, *Ecología y capital, racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*, México, Siglo XXI, 1984.
- LUXEMBURGO, Rosa, *La acumulación del capital*, México, Grijalbo, 1966.
- MÁRQUEZ, Fidel, *Notas sobre los agrosistemas*, México, Universidad Autónoma de Chapingo, 1980.
- MARTÍNEZ, Alier y M. Connor, "Ecological and Economic Distributional Conflicts", *Getting down to Earth: Practical Applications of Ecological Economics*, 1995.
- MARX, *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política*, t. I, Ciencias Sociales, La Habana, 1970.
- , "Crítica del Programa de Gotha", *Obras Escogidas*, t. III, Moscú, Progreso, 1973.
- , *El Capital*, vol. 8, México, Siglo XXI, 1981.
- PEARCE, D.W. y R.K. Turner, *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*, Madrid, Celeste, 1995.
- SPINOZA, Baruch, *Tratado teológico-político*, México, Juan Pablos, 1983.
- WALRAS, L., *Eléments d'économie politique pure ou théorie de la richessesociale*, reimpresión 1988, en *Auguste et Léon Walras. Oeuvres Complètes*, vol. 8, París, Économica, 1874.
- TORRES, Guillermo, *Introducción a la economía política ecológica*, México, UACH, Sociología Rural, 2001.

Desarrollo sustentable y desarrollo económico

Ramón Cruz Altamirano

ANTECEDENTES

En 1972 se duplicó en el transcurso de meses el precio mundial del trigo. Poco después, a finales de 1973, la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) duplicó el precio del petróleo. En 1974 la inflación de dos dígitos invadió a la economía mundial. En nuestro país la secuencia devaluatoria se estableció en forma de ciclos con intervalos variables de tiempo y el crecimiento económico cayó por debajo del promedio alcanzado después de la Segunda Guerra Mundial. En general, esos fueron los reflejos del desfase entre el sistema económico vigente y la base de recursos naturales de la que depende. Esa relación al paso de los años se modificó de raíz. Así, las demandas de recursos, de acuerdo con un patrón de uso establecido se hicieron insostenibles, no sólo a corto plazo, sino que en la actualidad, de permanecer la inercia de los años anteriores, se amenaza seriamente la calidad de nuestra existencia. Antes, cuando una mercancía escaseaba se la podía sustituir por otra; era incluso poco complicado aun tratándose de recursos naturales. Hoy día no

siempre es posible sustituir un bien escaso por uno abundante. Muchos de los umbrales de uso de los recursos naturales están llegando al límite al mismo tiempo y producen un efecto sinérgico no deseado de escasez. Actualmente muchos de esos fenómenos persisten con otras facetas.

La *Ley de Rendimientos Decrecientes* fue enunciada por David Ricardo, economista inglés de finales del siglo pasado. Su razonamiento, muy familiar al manejo de los recursos naturales, fue que las tierras más fértiles estaban ya ocupadas con cultivos y que sólo se podía producir más alimentos en tierras menos fértiles o aplicando mano de obra intensamente (Brown, 1981). Los rendimientos bajarían al paso del tiempo en ambos casos. Esta Ley tiene una lógica implacable, porque sin subsidios de energía (química y trabajo mecanizado) es prácticamente imposible mantener la fertilidad de los suelos; aunque existen algunas escuelas de pensamiento que consideran a la fertilidad del suelo como una variable susceptible de mejorar. Esta apreciación señala que los costos totales de dichas tareas no siempre son factibles; es decir, lo que se gana en fertilidad a veces se paga en capital, resultando una relación aritmética igual a cero, o en ocasiones negativa.

Durante mucho tiempo la aplicación de la tecnología hizo posible que el rendimiento de los granos se duplicara. Estados Unidos y Europa parcialmente vivieron notables incrementos en su producción agropecuaria; sin embargo, según los modelos de desarrollo tecnológico, la tecnología tiene un límite natural para cada recurso y para cada proceso (Roussel *et al.*, 1991). El concepto de madurez tecnológica sitúa a una tecnología en una línea continua de avance tecnológico. Nos ayuda a entender las posibilidades de producir avances adicionales a un concepto

de producción. Con una inversión permanente en investigación y desarrollo la tecnología avanza hacia un estado de madurez, donde la magnitud de cada uno de los nuevos avances no es tan profunda. Por ejemplo, el proceso de pasteurización de la leche tiene un límite natural que se caracteriza por la ausencia sustancial de avance científico e ingenieril de ese proceso, y obviamente ningún instituto de investigación en nuestro país invertiría en hacerla progresar porque no quedan por hacer avances significativos.

La sensación de abundancia relativa en cuanto a los primeros avances tecnológicos en la producción de alimentos parecía desafiar a la lógica. La llamada revolución verde así lo hizo ver al principio. Los progresos tecnológicos que conducen a una mayor eficiencia en el uso de recursos naturales pueden compensar la demanda de los productos agrícolas hasta cierto punto y tiempo, pero no bastan para compensar los ritmos de crecimiento poblacional. En la actualidad toma vigencia la sentencia de David Ricardo, por lo menos en los países subdesarrollados como el nuestro, donde la agricultura, la ganadería, la pesca parecen no poder evitar los rendimientos decrecientes. Cada vez se hace más necesario buscar peces lejos de nuestras costas, igual en el océano Pacífico que en el Atlántico. Con el petróleo, uno de nuestros productos de amortiguamiento económico, la información sobre las reservas indica que serán relativamente más modestas y localizadas geográficamente en lugares más inhóspitos que la Sonda de Campeche. En la actividad minera la dirección es explotar los yacimientos menos accesibles y con tendencias que no permiten vislumbrar reducciones de costos. Ante esta situación, no se puede confiar que la tecnología de extracción y procesado compensen los mayores costos que im-

plica la minería de depósitos más bajos, o de menor pureza relativa; o la tecnología de redes y barcos de pesca haga lo mismo en nuestras costas, o de nuevos métodos de investigación incrementen las reservas de petróleo.

No es diferente la situación en relación con los componentes del sistema ecológico: empíricamente, la atmósfera de la zona metropolitana muestra que la capacidad para absorber los contaminantes funciona con rendimientos decrecientes: cada vez cuesta más tiempo y mayores desequilibrios a la atmósfera de la ciudad eliminar los contaminantes. Debido a esa naturaleza, el costo ecológico y también el costo social de eliminar la última tonelada de bióxido de carbono almacenada en ella, puede resultar mucho mayor que el costo de las toneladas precedentes. Esta percepción de rendimientos decrecientes ha estado presente incluso antes de haber sido formulada, relacionado a los conceptos de límites. En la actualidad, bajo diversos nombres como capacidad de carga, uso óptimo, límite o nivel umbral y otros; pero sólo recientemente se han trasladado de las ilustraciones de los libros para manifestarse ampliamente en forma de zonas erosionadas, deforestación, desertificación, azolve de cuencas, muerte masiva de peces y otros efectos que en muchas regiones están articulados al uso de los recursos naturales renovables, en algunos agrícola, otros pecuario o forestal y a veces todos juntos. La severidad de estas manifestaciones fueron postergadas por el avance de las fronteras geográficas y de la tecnología; el arado, los fertilizantes, los pesticidas, la genética agrícola y forestal y otros campos tecnológicos han retardado estas manifestaciones. Geográficamente hablando quedan pocas tierras fértiles que descubrir y la tecnología sola no puede compensar o posponer los efectos de los rendimientos decrecientes.

RETOS TECNOLÓGICOS

Los nuevos retos tecnológicos, en las actividades agrosilvopecuarias, serán reducir la dependencia de los precios de sus productos al de los combustibles. La tendencia parece ser que precios más altos del petróleo seguramente se convertirán en precios más altos de alimentos, que van a significar costos de producción más elevados. Las reservas finitas de combustibles son un límite que determina esta relación. La diferencia de políticas entre el sector agrícola y el de energía desaparecerá a medida que el precio del petróleo comience a establecer el precio de los alimentos.

Justus von Liebig descubrió en la década de 1840 la posibilidad de reemplazar los nutrientes que los cultivos toman del suelo, a través de la *Ley del Mínimo* creó el escenario para la aplicación masiva de fertilizantes. Desde antes de la Segunda Guerra Mundial, a medida que fue reduciéndose la superficie de cultivo, la cantidad de fertilizantes necesaria per cápita aumentaba.

La nueva relación entre el sector energético y el alimentario comienza a materializarse por esa dependencia de crecientes subsidios de energía al sector agropecuario. Ante esta situación es necesario dirigir la mirada a la ciencia y a la tecnología en busca de caminos menos inciertos: los combustibles son finitos. La biotecnología parece ofrecer nuevas esperanzas. El aumento en los precios de los alimentos se puede convertir en una característica permanente del panorama económico de nuestro país en el futuro. Pocos indicadores económicos se correlacionan tanto a la calidad de vida y a la violencia social como el aumento de los precios de los alimentos.

Conceptualmente se puede señalar una secuencia de sucesos derivados de la insuficiencia de alimentos, las primeras manifestaciones de las tensiones ecológicas y de la escasez de recursos que surgen al aumentar la población, envejecer la tecnología y disminuir la producción en términos relativos se reflejan en un ámbito determinado: el sobrepastoreo, deforestación, erosión, entre otros que se traducen después en tensiones económicas que redundan en menor producción, inflación, desempleo y en última instancia se producen tensiones sociales: hambre, migración forzosa, mortalidad infantil, menor expectativa de vida.

Para nuestro país, haber sobrepasado los 100 millones de habitantes puede ser una situación desestabilizadora en ausencia de una planificación estratégica que considere a la tecnología dentro del vector de desarrollo sustentable. Hace más de una década el hambre extrema era ubicada en términos geográficos, enfocada hacia África en muchos casos. Ahora parece más adecuado verlo en términos de grupos de bajos ingresos presentes en nuestras grandes ciudades. El modelo de tensión social se comprueba de una manera muy simple: nuestra frágil situación alimentaria en algunas regiones es rápidamente puesta en evidencia por una sequía, inundación o la aparición de una plaga. Hay poca capacidad de amortiguamiento a los fenómenos naturales. Y desde el punto de vista de las finanzas más simples, endeudarse para alimentarse no es camino hacia el desarrollo. Sin cambios en las formas de uso de nuestros recursos naturales, que a la vez estén acompañadas de un proceso de desarrollo tecnológico concertado y *ad hoc* a las características heterogéneas del país, muchos de nuestros ecosistemas frágiles, como son las zonas semiáridas y tropicales, verán desvanecer las perspectivas de mejorar la

calidad de vida de la población y a consecuencia de ello, es probable que las tensiones sociales y económicas puedan intensificarse. Ante esa situación, la esperanza de crecimiento también se desvanece, porque la tarea de todo gobierno de procurar el desarrollo económico de la población, puede sustituirse por el mero hecho de sobrevivir políticamente.

DISTINTAS INTERPRETACIONES DEL PROBLEMA AGROPECUARIO Y FORESTAL

Han aparecido múltiples interpretaciones de nuestra realidad agropecuaria y forestal. Existen análisis que estadísticamente son coherentes y verídicos, pero que parecen confundir tanto el origen como la solución de algunos problemas sobre el medio ambiente derivados de la actividad agropecuaria en nuestro país. Hace algunos años en el examen de las *Políticas Agrícolas de México*, publicado en 1997 por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), describía por ejemplo que:

...el desarrollo de los derechos de propiedad mediante la creación de un registro de las tierras que pueden gozar de los pagos de Procampo aportará un incentivo para que los agricultores exploten su tierra de una manera sostenible desde el punto de vista del medio ambiente, lo que podría reducir las técnicas de corte y quema prevalecientes en el pasado en algunas partes de México...

Ahora, a la luz del paso del tiempo se puede reconocer que la ausencia de derechos de propiedad combinado con otros factores tiene repercusiones en ciertas situaciones

sobre la degradación de los recursos naturales; así lo demostró Garret Hardin en diciembre de 1968 (Hardin, 1968) en un artículo que se volvió clásico. Sin embargo, la relación no es lineal, si consideramos el factor cultural y antropológico. Debemos reconocer que el sistema de agricultura nómada es la tecnología básica de subsistencia agropecuaria en las regiones tropicales y bajo condiciones de moderada presión demográfica, éstas pueden ser las únicas formas sustentables de acceder al uso de recursos en esas regiones. Es conocido en diversos estudios que el enfoque campesino de manejo de sus recursos naturales, son a menudo radicales y distintos a los que propone y utiliza la sociedad industrial moderna. Por lo general los campesinos de las zonas tropicales reconocen mejor que cualquier técnico la valía de sus recursos naturales y su proceso de adaptación es más cultural que tecnológico. La situación anterior nos acerca a la realidad de los dos Méxicos, dos realidades culturales, con conceptos de racionalidad claramente definidos y en principio opuestos: una, donde es imperativa y benéfica la aplicación del enfoque comercial a la agricultura y otra, de un México todavía sumamente frágil, donde convive la sabiduría tradicional campesina en ecosistemas débiles, con sistemas de propiedad tradicionales, que no es lo mismo que ausencia de sistemas de propiedad, con técnicas tradicionales que no pueden borrarse de un plumazo, sin antes encontrar una salida que articule y permita convivir a esas dos realidades en el camino a otras formas tal vez más efectivas de manejo de recursos. Es un reto tecnológico, ético y político muy amplio, y sería una ilusión pretender solucionar dichos problemas con la simple asignación de los derechos de propiedad como lo pregonan algunas escuelas del pensamiento económico.

EL CONCEPTO DE DESARROLLO

El significado de desarrollo socioeconómico en ocasiones se confunde con el de cambio social. El término desarrollo denota una medida específica o una forma de cambio social empíricamente medible. El cambio social por su parte es una serie de variaciones en el aspecto ecológico de las poblaciones humanas, que posteriormente se reflejan en cambios en la estructura y funcionamiento de las instituciones; el cambio social es un proceso multidimensional que afecta numerosos aspectos de la vida y opera en una gran variedad de niveles socioeconómicos. A nivel individual hay cambios en creencias y actitudes; a nivel de la sociedad se presentan cambios en el funcionamiento de las instituciones.

En tiempos de Emile Durkheim se entendía una forma de cohesión de la sociedad llamada solidaridad mecánica, derivada de costumbres y valores similares en las comunidades preindustriales (Jaffee, 1990). Los valores comunes eran útiles para procurar orden, armonía y regular la conducta social. Esa forma de solidaridad mecánica desaparece en la transición hacia una sociedad más moderna. El término anomia describe ese rompimiento. Así, según esta definición, una sociedad anómica se caracteriza por una deficiente definición o incluso ausencia de normas que la regulen. En dicho modelo conceptual, la nueva forma de sociedad, por ejemplo urbana, emerge de la división del trabajo y es caracterizada por una solidaridad orgánica, basada en la interdependencia funcional de los miembros de dicha sociedad, pero desaparecen los valores similares y se sustituyen por diferentes sistemas normativos.

Ferdinand Tönnies nombra a las sociedades tradicionalmente rurales como *gemeinschaft*, caracterizada por relaciones personales informales, cercanas y con un perma-

nente sentido de comunalidad y de pertenencia entre sus miembros (Jaffee, 1990). En cambio el estado de *gesellschaft* (nombre dado a las sociedades urbanas modernas) tiene relaciones personales bajo enfoques de corto plazo, aisladas, atomizadas y pobremente integradas. En la transición de *gemeinschaft* a *gesellschaft*, es decir, de lo rural a urbano, se reemplazan las relaciones descritas. La teoría sociológica de Max Weber considera al cambio social unido a una característica de las sociedades modernas: la emergencia de la burocracia como una forma de organización (Webster, 1990). A partir de esto, muchas teorías de desarrollo prescriben estas características institucionales como uno de los indicadores del desarrollo socioeconómico.

Las anteriores reflexiones teóricas son precursoras de los modelos contemporáneos de desarrollo que usan principalmente el paso de lo tradicional-moderno como base para explicarlo. Se asume que las categorías de tradicional y moderno son aplicables empíricamente y que la transición hacia lo moderno es deseable e inevitable.

En los enfoques actuales de desarrollo, por ejemplo aquellos privilegiados por la OCDE, y el Banco Mundial entre otros, se trabaja con una forma medible de progreso. Se usa tradicionalmente el indicador de Producto Interno Bruto (PIB). El cambio en PIB per cápita entre dos puntos en el tiempo se toma como tasa de crecimiento económico. Los criterios anteriores miden el desarrollo como un reflejo del crecimiento en el PIB. La correlación es muy alta a medida que el país pertenezca al grupo de los ricos; sin embargo, en aquellos como el nuestro, un aumento en el PIB, no necesariamente significaría una señal de desarrollo, modernización o progreso. Un crecimiento rápido no se traduce siempre en ingresos más altos para los trabajadores, sobre todo en el campo; por el contrario, hay numero-

Los ejemplos de crecimientos rápidos acompañados por una declinación en los niveles de vida, incremento de la pobreza, inequidad y represión política.

El desarrollo es algo más que un proceso puramente cuantitativo. Es un mejoramiento cualitativo de vida de la población. La excesiva importancia de PIB oscurece los obstáculos estructurales para el desarrollo que quedan en muchos países subdesarrollados; dado que el subdesarrollo casi siempre denota una estructura socioeconómica caracterizada por: exportación de materiales y productos primarios, disparidad regional en el crecimiento económico, sectores económicos pobremente integrados, dependencia excesiva a factores externos, una distribución del ingreso extremadamente inequitativa, y una crisis crónica en su balanza de pagos mediante acumulación de deuda.

Al otorgarle una excesiva importancia a los indicadores cuantificables como PIB, se puede llegar a entender por desarrollo una clonación de la forma de vida de los países que fungen como modelo; en nuestro caso, estadísticamente como los demás miembros de la OCDE. Así, utilizar en la agricultura 10 calorías de insumos (combustible, fertilizantes, entre otros) para producir una caloría de alimento, como sucede en Estados Unidos y Europa, es un modelo cuestionado ecológicamente como el ideal para ser imitado.

HACER OPERATIVO EL CONCEPTO DE DESARROLLO SUSTENTABLE

El reto de este inicio de siglo y del futuro es hacer operativo el concepto de desarrollo sustentable e integrarlo a los procesos de toma de decisiones (Costanza y Patten, 1995) y distinguir los problemas que se originan por la insuficiencia del desarrollo y aquellos que se derivan de él. El

uso del término desarrollo, en lugar de crecimiento económico, es un avance; implica aceptar las limitaciones de indicadores, por ejemplo el PIB, como reflejo del bienestar de la nación y agregarle además en aras de la sustentabilidad aspectos como calidad de vida, educación, nivel nutricional, acceso a factores de bienestar espiritual y libertad (Pearce *et al.*, 1990, 1993).

Para evitar discusiones estériles sobre la semántica del término, se sugiere una definición simple y una serie de condicionantes para que el desarrollo sea sustentable. Dichas condiciones están basadas en la idea de un *stock* o nivel de recursos naturales, o capital natural, que no decaiga en el tiempo. La definición de capital natural como agregado de recursos naturales es premeditadamente ambigua para incorporar una gama más amplia de condiciones no previstas o no reflejadas en las distintas combinaciones que se presenten en la actualidad. La condición básica descansa en la no reducción del nivel de capital natural.

En el lenguaje de la economía, a medida que se incrementa la destrucción de un recurso natural, el valor económico de la unidad siguiente de ese recurso en riesgo de degradación aumenta, se hace más alto que la unidad que ha desaparecido previamente. Esta idea de incremento del valor económico marginal del ambiente natural, económicamente no favorece la conservación; ya que racionalmente produce más ganancias seguir utilizando las siguientes unidades de recursos naturales en riesgo, pues en términos monetarios aumentarán de valor.

De acuerdo con esta racionalidad, la degradación ocurre cuando las ganancias derivadas de las actividades que causan dicha degradación, son mayores que los beneficios que se podrían obtener preservando los recursos intactos. La

lógica parece simple, y su excesiva simplificación fue notada ya por R. Bishop (1978). Esta peligrosa lógica a menudo se incrusta en los análisis económicos que se realizan en la planificación del manejo del medio ambiente en algunos países, incluido el nuestro. Están dejando el futuro del capital natural del país en función al vaivén o a la vigencia de un paradigma (el mercado), muchas veces poco entendido cuando se vincula con los recursos naturales.

ÓPTIMO BIOLÓGICO VS. ÓPTIMO ECONÓMICO

La idea de que hay un stock óptimo de recursos naturales basados en costos y beneficios nos lleva a pensar que la naturaleza se excedió en algunas regiones, o que existen excedentes de capital natural, y que alguna formulación económica determinada nos permite utilizar dichos excesos. Esta idea nace de la interpretación excesivamente simple de las gráficas de estabilización de oferta y demanda en la microeconomía, cuando se da un equilibrio en el mercado entre ellas. Biológicamente se pueden conocer los umbrales de los recursos naturales, de donde se deriva que existen óptimos biológicos; que nunca coincidirían con los óptimos económicos porque las leyes de la naturaleza no se acomodan según las preferencias individuales, o a un mercado; las leyes de la naturaleza no fluctúan con el mercado. Nuestro modelo económico ha cambiado enormemente: revolucionarios a principios de siglo, después nacionalistas, posteriormente populistas, intervencionistas, y finalmente el paradigma es ser neoliberales. Las leyes de la naturaleza no han cambiado, los óptimos biológicos permanecen, la función del mercado sí ha cambiado en ese gradiente de tiempo. El capital natural debe mantenerse siempre en su nivel

más alto posible. Pero también debe aceptarse que en ocasiones no hay alternativas para el desarrollo, pues el capital natural son nuevas tierras que se abren a industrias o a cultivos. El desarrollo socioeconómico en las condiciones actuales de aumento de población invariablemente exige en algunos casos la destrucción del capital natural; un costo razonado, aceptado sin dramas. Es diferente querer enmascarar ese costo de capital natural o ubicarlo en un gradiente por arriba o por debajo del óptimo de degradación o de contaminación. Esa es una de las condiciones básicas del desarrollo sustentable. No hay óptimos económicos para un stock de capital natural, porque no se puede dar la sustitución entre tipos de capital. Las alteraciones al capital natural pueden ser irreversibles, término que por sí mismo define la ausencia de reemplazo por otras formas de capital (Kaufmann, 1995).

EL VECTOR DE DESARROLLO SUSTENTABLE

Desarrollo es una palabra que implica un compromiso de cambio, de mejoras deseables en la sociedad. Lo que se entienda después como desarrollo, dependerá de quien formule las metas: ¿el gobierno, los bancos de desarrollo, tipo Banco Interamericano de Desarrollo (BID), o Banco Mundial, los empresarios, los grupos sociales, los investigadores? Existen muchos enfoques. La unificación de criterios es prácticamente imposible y tal vez innecesaria. Sin embargo, lo que sí es posible es utilizar vectores de desarrollo como los propuestos por Pearce *et al.* (1990, 1993) donde la función del vector sea maximizar una serie de objetivos sociales. En función a la posición socioeconómica relativa de cada país, la importancia de esos atributos puede variar en

peso. La decisión de los componentes del vector debe partir de una discusión ética, técnica y también económica; sin que esta última sea siempre la decisiva. Dichos atributos pueden ser (Pearce *et al.*, 1990: 2):

- a) Incremento en ingresos reales per cápita.
- b) Mejoras en salud y nivel nutricional.
- c) Mayor nivel educacional.
- d) Acceso a recursos.
- e) Equitativa distribución del ingreso.
- f) Incremento en libertades básicas.

La ventaja metodológica de esta aproximación para definir políticas de desarrollo sustentable, se debe a que el número de objetivos que pueden incorporarse a ese vector de desarrollo depende de cada región, de las características de los recursos naturales y de las prioridades de cada país. Se eliminan las definiciones puras y dogmáticas para aceptar que, en el proceso de desarrollo, la racionalidad de un campesino, de un funcionario de gobierno, de un empresario o de un investigador pueden coexistir sin descalificarse en la ruta hacia el desarrollo sustentable. El vector de sustentabilidad para Chiapas, no necesariamente es exportable en todos los componentes para Nuevo León; pero si sus vectores de ambos son previamente acordados ética, técnica, política y económicamente, pueden alcanzar un compromiso en el camino a la sustentabilidad. Se minimizan de paso a los Gurús ecológicos, de muchas organizaciones para el desarrollo extranjeras, que se sustentan como portadores exclusivos de la noción y modelo de sustentabilidad para el tercer mundo.

El desarrollo sustentable condiciona al vector formado por los objetivos de desarrollo a no decrecer en el tiempo.

Para ello el desarrollo tecnológico y la incorporación de modelos de investigación y desarrollo tienen un papel fundamental.

EL GRADIENTE TEMPORAL DEL DESARROLLO SUSTENTABLE

Para la ecología es imprescindible fijar los horizontes de tiempo en los que se trabaja. Ya sea adoptando un horizonte de tiempo finito, en comparación a una forma de manejo con un horizonte infinito de tiempo. Por ejemplo, un sistema de manejo agropecuario o forestal que considere un horizonte de tiempo del sistema a 20 años, será evaluado de manera diferente si el gradiente temporal de análisis es a cinco años. El vector de desarrollo sustentable para cada evaluación puede tener diferentes grados de interpretación, es decir, si para cada unidad de tiempo, la trayectoria del vector es siempre positiva en cualquier punto del gradiente temporal; o al final del proceso se busca que la tendencia del vector sea positiva, aunque haya existido algún intervalo de tiempo con resultados negativos del vector. El primer enfoque privilegia una sustentabilidad fuerte como se deriva de la traducción (*strong sustainability*) porque parte de la idea de que siempre se debe maximizar el valor presente del capital natural (Pearce *et al.*, 1990; 1993). Los grandes ciclos de los procesos ecológicos en la atmósfera, el suelo y la vegetación a menudo confunden a los puristas del término sustentable cuando en un intervalo de tiempo, el capital natural presenta un valor negativo, pero su tendencia como proceso es positiva. El segundo enfoque considerado como de sustentabilidad débil (*weak sustainability*), permite que exista algún valor negativo para el vector en una determinada unidad de

tiempo, pero exige que la tendencia final sea invariablemente positiva. Estas dos posturas han encontrado partidarios y obviamente han influido en los planes estratégicos de algunos países, en función al predominio de los enfoques de los encargados de la planeación. En el pasado hay ejemplos numerosos. Aun sin nacer el concepto se ha aplicado desde largo tiempo. En África permitieron el sacrificio masivo de elefantes para salvar el ecosistema de sabana en la época de sequía extrema de 1971 a 1974; es decir, se optó en una situación extrema, aplicar el concepto de sustentabilidad débil, obtener un resultado negativo en cuanto al capital natural en un intervalo de tiempo, pero un resultado positivo como tendencia de manejo de las sabanas africanas sumados todos los intervalos de tiempo de su decisión.

No se necesita indagar mucho para comprobar qué posiciones extremas de un ecologismo exacerbado, radical, arrogante, que raye en el fanatismo, toma como único dogma de fe, pero sin claros horizontes de tiempo ni conocimiento de las restricciones y alcances del modelo teórico, el enfoque de sustentabilidad fuerte (strong sustainability). El sistema de roza-tumba-quema de nuestros trópicos, tan desdeñado por la OCDE, se presta para comprobar que bajo ciertos intervalos de tiempo y presiones demográficas, esta tecnología indígena puede ser sustentable, obviamente bajo el enfoque de sustentabilidad débil.

Las aportaciones de Costanza y Patten (1995) llaman la atención sobre los alcances de la aplicación del desarrollo y por otro lado cuestionan el principio de equidad en la asignación de inversiones para promover la sustentabilidad. ¿Qué sistema va a ser sustentable?, ¿todo el sistema socioeconómico conocido como México?, o ¿se eligen algunos componentes regionales de ellos: un sistema ecológico en

particular, agrícola, pecuario, forestal?, ¿una cultura particular; un giro industrial o una empresa en particular? ¿Cuándo definir si un sistema ecológico ha alcanzado el nivel de sustentabilidad esperado? Estrictamente hablando en ciencias biológicas la sustentabilidad de una especie significa evitar la extinción y vivir para poder reproducirse. Una empresa, una industria bajo este criterio es sustentable económicamente si evita colapsos financieros, la incertidumbre del mercado, sobrevive a la competencia y genera ganancias. Esta segunda interrogante refleja una dimensión de temporalidad, en palabras de los autores longevidad. Dada que esas características de sustentabilidad sólo pueden demostrarse después de analizar el evento, las definiciones de sustentabilidad según los autores vienen a ser predicciones de características deseadas, más que elementos para una definición. ¿Por cuánto tiempo? Si se considera un intervalo infinito de tiempo se compromete la noción de sustentabilidad, ya que ninguna especie o sistema ecológico, mucho menos socioeconómico ha sido perdurable por siempre en nuestra historia; los mismos fundamentos de la selección natural nos comprueban lo anterior. Por ello, la incorporación del intervalo de tiempo definido en el enfoque de weak sustainability permite establecer parámetros que precisan el concepto de sustentabilidad.

Así, la base de recursos naturales no debe manifestar cambios negativos en su cantidad y calidad ambiental, lo que ya fue definido ampliamente en el Informe Brundtland de 1987. Cada decisión de alterar el capital natural negativamente tiene beneficios en términos de ganancias netas del uso de los recursos naturales; de igual manera que existen costos derivados de la misma acción. De la comparación de criterios sobre costos y beneficios ha surgido desde la década pasada la disposición de realizar una

determinación del valor económico total (Pearce *et al.*, 1993) de los recursos naturales. A través de cuantificar los valores de uso directo y otros valores como los de opción, cuasi opción, y de existencia. Se cree que así se ponderan los múltiples valores que pueden tomar los recursos naturales. Cuando se decide, por ejemplo, abrir nuevas tierras a la actividad agropecuaria, en zonas con un stock de capital natural elevado, las alternativas de uso futuro de ese capital natural se limitan o se pierden para siempre. El valor esperado de la información que se obtiene al retardar una acción que podría tener efectos irreversibles ha sido llamado valor de cuasi opción (Arrow y Fisher, 1974).

El valor de existencia es la sensación de bienestar derivado de saber que existen recursos naturales, bosques, pastizales o especies en particular, aun sin necesidad de utilizarlos. Otras personas esperan tener algún día la oportunidad de disfrutar o utilizar dichos recursos; esa oportunidad a futuro es el valor de opción. Si esas oportunidades, es decir, los valores de opción y existencia se pierden por decisiones erróneas de la autoridad o del mercado, inevitablemente se produce una pérdida en términos reales de bienestar social, aunque difíciles de cuantificar e irreversibles (Costanza, 1995).

Naturalmente asignar valores a las preferencias individuales en el caso de los recursos naturales es un aspecto controvertido. Nos lleva invariablemente a cuestionar el ambientalismo de mercado. El que suscribe parte de la idea de que el establecimiento de límites de uso de recursos naturales, alternativas de uso en distintas capacidades de carga en diferentes regiones, indicadores físicos de contaminación y degradación de recursos son asuntos que se deben de elegir a través de las distintas especialidades

derivadas de la ingeniería, las ciencias biológicas y sociales. La economía ambiental tiene poco que hacer en esa selección, y hasta ahora los intentos de elegir dichos indicadores de capacidades de carga, límites de contaminación o como pomposamente se definen el nivel óptimo de contaminación y adecuarlos dentro del razonamiento económico convencional han sido infructuosos y absurdos. Lo anterior no debe entenderse como un juicio de la efectividad de los instrumentos económicos y a la economía como herramienta para la gestión del medio ambiente; porque una vez determinado el óptimo social en relación con el uso de recursos naturales a través de un debate político, técnico y ético; alcanzar ese óptimo social mediante la aplicación de los instrumentos de mercado como impuestos ambientales, mercados de licencias y otros, debe privilegiarse dada su función con menor costo sobre aquellas medidas de comando y control, es decir, multas y normas oficiales.

Los elementos que se incluyan en la determinación del óptimo social de uso de recursos naturales, similares a la lista mencionada por David Pearce, deben estar sujetos a debates éticos permanentes, recalcando el intervalo de tiempo utilizado para la toma de decisiones prácticas, ya que siempre existirá la incertidumbre de que nosotros, como agentes económicos en la toma de decisiones en el presente, valoramos de manera arbitraria las preferencias de las generaciones futuras.

El desarrollo sustentable es menos restrictivo en su forma débil (*weak sustainability*), es decir, cuando la tasa de cambio de desarrollo y conservación de capital natural sobre el tiempo es positiva como tendencia, aunque exista algún intervalo de tiempo en que pueda presentar un resultado negativo. Para regiones pobres, como gran parte de

nuestro país, dependientes de una base de actividades agropecuarias con problemas de erosión, deforestación, salinidad de suelos, y otros; el nivel óptimo biológico del capital natural está muy por arriba del nivel existente, es decir, existe la necesidad de recuperar los niveles anteriores de recursos naturales. Los millonarios programas de reforestación en la zona metropolitana de la Ciudad de México precisamente tratan de reducir la distancia de lo que se cree o recuerda era el óptimo biológico, con lo que existe en la actualidad. Cuesta muy caro recuperar recursos naturales, que se complica mucho más cuando se confunden las razones por las que se deforestaron con las que se reforestan.

Para el caso de los recursos naturales no renovables, es imposible aplicar la condicionante de desarrollo sustentable en el nivel de capital natural óptimo, es necesario hacer sustentable la inversión de los recursos económicos provenientes de su extracción. No hay una interpretación fácil sobre la existencia de un nivel constante que no decrezca de capital natural. Es importante apoyarse en las técnicas económicas para aplicar la tasa de descuento; la actualización de los costos y beneficios a futuro como un mecanismo que nos ayude a comparar nuestras decisiones.

La tasa de descuento determina la velocidad de utilización de los recursos naturales (Pearce, 1993). El consumo sustentable requiere de manera simple que la tasa de cosecha no sea mayor que la tasa de regeneración del recurso. Altas tasas de descuento de los proyectos en el sector agropecuario y forestal principalmente, pueden provocar la destrucción de los recursos naturales. Sin embargo, aplicar autoritariamente una tasa de descuento baja en los proyectos, no necesariamente es una adecuada política de mane-

jo de recursos. El compromiso es elegir entre una tasa de descuento baja que privilegia el interés de las generaciones futuras; es decir, cumple con el criterio de equidad intergeneracional, además de una tasa de descuento alta que privilegia el interés de la generación presente, sin garantizar en las condiciones presentes que la distribución sea equitativa. En esa decisión debemos recordar que en muchas regiones agropecuarias del país el nivel de existencia de recursos naturales está por debajo de un estimado biológico óptimo. Una política sustentable no debe permitir que ese nivel de recursos caiga más abajo del nivel en que se encuentra.

LA ARTICULACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

La tecnología se confunde a menudo con la ciencia y la ingeniería por una parte, y con un producto y función por otra. Especialmente en el sector agropecuario y de recursos naturales, el papel de la tecnología se explica de manera amplia para que pueda ser útil. La tecnología es el proceso que capacita a una empresa, a una unidad de producción para decir que sabe cómo aplicar la ciencia y la ingeniería para tres fines específicos:

- a) Defender, apoyar y expandir las actividades existentes.
- b) Empezar actividades nuevas.
- c) Profundizar la capacidad tecnológica de una unidad de producción o una empresa (Roussel *et al.*, 1991).

La producción agropecuaria requiere de la participación combinada de diferentes clases de insumos primarios: trabajo, recursos naturales y capital. Es un proceso de ad-

ministración de recursos con cierto nivel de complejidad. El proceso de producción agropecuaria puede ser desagregado en distintos niveles. Cualquiera que sea el nivel de agregación, la variación en la tecnología correspondiente a cada nivel de agregación representa por definición un cambio tecnológico. Sin embargo, no cualquier variación en el conjunto tecnológico representa un progreso tecnológico. Éste se genera cuando se sustituyen técnicas ineficientes, que con el mismo insumo (capital y trabajo) producen menos que otra. El cambio tecnológico también es culturalmente dependiente. Una tecnología puede funcionar bien en un ambiente y en otro no.

LAS RAZONES DE LA EFICIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Partiendo de los clásicos análisis propuestos por Leibenstein (1975) en relación con el papel de la innovación tecnológica en las industrias, y dada las enormes diferencias en la base de recursos naturales y en la capacidad de administración de los mismos, se utiliza dicha base teórica para diferenciar los niveles de utilización tecnológica en el sector de recursos naturales de nuestro país.

Cuando las unidades de producción aplican plenamente un nivel dado de tecnología están en el marco de la eficiencia estática; es decir, al hacer intervenir sólo un nivel de tecnología y administrar los demás recursos (capital, trabajo, tierra) para obtener determinado nivel de producción, se dice que se trata de un factor de eficiencia llamada estática, en la medida en que sólo se hizo intervenir un nivel único de tecnología. Así, maximizar ese factor de eficiencia no requiere una innovación tecnológica, sino una mejor administración o combinación de todos los recursos presentes,

incluido el tecnológico. Por comparación se puede determinar que la ineficiencia estática de una unidad de producción se debe a deficiencias en la administración de todos los insumos, incluida la tecnología.

Por otro lado, cuando una unidad de producción mejora su desempeño a causa de la aplicación de diferentes niveles de tecnología, por lo general más desarrollada, el nivel de eficiencia alcanzado se denomina dinámica. La unidad de producción hace uso de una o más posibilidades técnicas actualizadas. Por ende, el atraso tecnológico de una empresa o unidad de producción agropecuaria sería del orden de ineficiencia dinámica, que se presenta cuando se utilizan técnicas obsoletas desde el punto de vista de los costos. En un sector determinado, incluido el de manejo de recursos naturales, se pueden identificar las razones de la ineficiencia, sean éstas estáticas o dinámicas. Una empresa eficiente en el orden estático puede en cambio mostrar ineficiencia dinámica, si su tecnología es obsoleta, puesto que ésta última concierne al grado de adelanto y aplicación de la tecnología (Gomulka, 1990). En el sentido administrativo la eficiencia estática complementa a la eficiencia dinámica. La unidad de producción puede elevar su nivel de gestión produciendo más con los mismos medios de producción, hasta alcanzar una mayor eficiencia estática. Pero si el desarrollo se debe a la aplicación de nuevas tecnologías, se trata de eficiencia dinámica.

¿El desarrollo sustentable en el campo mexicano en relación con la tecnología, es limitado por factores de ineficiencia estática o por aquellos de naturaleza dinámica, o una mezcla de ambas? La respuesta en cada caso determina la forma de incorporación del factor tecnológico, decide la política de gestión de los recursos, ya sea buscando una mejor administración de los insumos con los que se cuenta,

o decidir por un cambio tecnológico. Existe en cualquier análisis de producción, una función que determina el máximo nivel de producto que se obtiene de un nivel determinado de insumos. De las técnicas disponibles, la empresa o unidad de producción escoge una que minimice los costos de los factores de producción. Dicha optimización puede darse en capital o en trabajo. El cambio tecnológico en la teoría neoclásica (Coombs *et al.*, 1987) se interpreta en forma de pasos o eventos discretos de la función de producción con el objetivo de minimizar los costos. Sin embargo, la función de producción optimizada puede ser alcanzada en diversas formas, al maximizar ya sea la utilización de capital o la aplicación del trabajo. De tal manera que un cambio tecnológico puede dirigirse a ahorrar trabajo.

En función del modelo elegido, ya sea de ahorro de capital o trabajo, el desarrollo socioeconómico tiene diferentes impactos en la base de recursos naturales y en la configuración social del grupo poblacional. Si se privilegian cambios tecnológicos que ahorren mano de obra, se pueden dar desequilibrios que terminen en mayor migración y por ende, mayor economía informal en los receptores geográficos de la población expulsada del campo: el área urbana. Pero no hay muchas elecciones, una unidad de producción racional va a elegir siempre la opción que minimice los costos, ya sea en mano de obra o capital. En el caso del sector agropecuario y forestal es necesario incluir que ese ahorro se puede manifestar en otra dimensión, no considerada totalmente en la descripción tradicional de innovación tecnológica. Por ejemplo, si un específico nivel de conocimiento tecnológico no se refleja necesariamente en un determinado ahorro de capital o trabajo, la teoría neoclásica difícilmente la aceptaría como una innovación tecnológica; pero si ese nivel de conocimiento tecnológico

se refleja en reducir los costos sociales de la degradación del medio ambiente (erosión, salinización de suelos, reforestación, destrucción de la biodiversidad, etcétera), se cumple con el principio de innovación tecnológica aun sin reflejarlo en alguna forma de capital, debido a que la evaluación económica actual de los recursos naturales no considera totalmente aquellos costos que la sociedad tiene que pagar por la destrucción de sus recursos naturales. De esta manera es recomendable que la innovación tecnológica se promueva al existir cualquier ahorro de capital, incluido capital natural aunque no haya manera de asignarles precios.

MODELOS DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

El desarrollo tecnológico tradicionalmente ha sido analizado a través de dos modelos. El primero *Tech Push* (Bhalla, 1987) cuya característica principal es el desarrollo de la tecnología, y posteriormente se vislumbran las implicaciones comerciales o de mercado que dicho desarrollo tecnológico lleva consigo. Un esquema simplificado de este modelo tiene la siguiente secuencia de pasos:

1. investigación básica.
2. investigación aplicada.
3. desarrollo tecnológico.
4. aplicación tecnológica.
5. innovación tecnológica; como resultado exclusivo de la investigación básica.

Un caso muy simple de este modelo puede ser la producción de determinado fertilizante sin tener una deman-

da en el mercado, sino como resultado de la secuencia de investigación descrita anteriormente. No se juzga el mérito tecnológico, sino que en un ambiente de escasez de capital, guiarse exclusivamente por ese modelo a menudo produce muchas invenciones tecnológicas que nunca se incorporan al mercado, debido a que no hay demanda para ello, y la creación de una demanda posterior a la invención, a menudo puede provocar el mismo desencanto que desarrollar una serie de soluciones para después ir a la caza de los problemas. El modelo puede traducirse en invenciones tecnológicas que no se traducen en innovaciones. La categoría de innovación tecnológica debe reflejarse en el mercado, en la comercialización del producto; y de esta manera formar parte del acervo tecnológico disponible para la sociedad, es decir, una innovación tecnológica dentro del sector agropecuario debe reflejarse en el mercado.

Por otro lado, el modelo atraído por el mercado *Market Pull* (Bhalla, 1987) tiene una implicación diferente, particularmente en el manejo de la tecnología: aquí las innovaciones son un resultado de la interacción entre las necesidades del mercado y la investigación básica, que conforma el modelo de acuerdo con la siguiente influencia secuencial:

- a) necesidades socioeconómicas.
- b) aplicación tecnológica.
- c) desarrollo tecnológico.
- d) investigación aplicada.
- e) investigación básica.

Los cambios tecnológicos se dan para responder a una demanda. En el primer caso Tech Push existe una oferta sin

asegurarse de la demanda, es decir se necesita crear posteriormente el mercado; en el segundo caso *Market Pull* existe una demanda previa en el mercado.

Teóricamente en un ambiente sin limitaciones para la inversión de capital en tecnología, a la larga los dos modelos pueden coexistir sin grandes distorsiones; sin embargo, en la realidad y en países como el nuestro, la escasez de recursos económicos para el desarrollo tecnológico es un factor limitante. Tradicionalmente los dos modelos han coexistido, y muchas de las grandes innovaciones tecnológicas se han producido en el modelo Tech Push y otras han encontrado un éxito comercial en el Market Pull, que es por tradición el modelo con menor dosis de incertidumbre porque responde a una demanda previa del mercado. Fuera de un contexto específico es imposible discriminar *a priori* un modelo determinado.

En relación con los recursos naturales, los cambios tecnológicos tradicionalmente se han dado por modelos Tech Push; pero su relativo aislamiento refleja la desarticulación que existe entre unidades de producción-institutos de investigación-gobierno. La revolución verde tiene características de un modelo Tech Push. Precisamente para aumentar la certidumbre de aplicación y éxito de las nuevas tecnologías, se considera que el modelo debe derivar del establecimiento de los objetivos en el vector de desarrollo sustentable discutido en la sección anterior. Si no se sabe hacia dónde vamos, cualquier tecnología funciona, pero se corre el riesgo de financiar la ineficiencia.

En ambos modelos, cuando las invenciones tecnológicas tienen éxito y reducen los costos de producción se consideran innovaciones tecnológicas. El riesgo es que los modelos de cambio tecnológico dejen fuera aquellas tecnologías que mejoren el manejo de recursos en los valores de

opción, existencia y cuasi opción, es decir, en unidades que no son tomadas en cuenta actualmente en nuestro sistema de contabilización, para la selección de proyectos de inversión. En la actualidad no tenemos manera de contabilizar los ahorros, aunque empíricamente se sepa que alguna técnica mejora el stock de los recursos naturales; la economía dogmática no acepta beneficios a los que no puede asignarles un precio. En ese sentido, una tecnología tradicional para el manejo de recursos naturales que tenga un salto incremental en su tecnología, pero que no pueda reflejarse en el mercado, no tiene posibilidades de considerarse en un análisis, aunque sus beneficios se reflejen en el mejoramiento del capital natural.

CONCLUSIONES

El compromiso de desarrollarse de manera sustentable requiere la participación de la tecnología, sobre todo aquellas tecnologías que privilegien la eficiencia en lugar del crecimiento, que aumenten la productividad de los recursos naturales, en lugar de las tecnologías que incrementan la cantidad extraída de recursos o insumos utilizados. En algunos aspectos los modelos de innovación tecnológica serán fácilmente incorporados y privilegiados en la asignación de recursos económicos debido a que sus beneficios serán identificados y promovidos. En cambio, en áreas donde el beneficio de alguna innovación tecnológica no se valide en el mercado se corre el riesgo de hacerla a un lado. Estos beneficios (fuente esencial de funciones vitales del ecosistema, almacén de energía, materias primas y vertedero de desechos) se encuentran de lado de aquellos valores a los que no se les puede asignar precios.

De aquí parte el compromiso en la determinación de los objetivos sociales para maximizar el vector de desarrollo sustentable: permitir la incorporación de criterios tecnológicos que ayuden de manera no crematística a sostener el capital natural de los sistemas ecológicos.

¿Es posible comprobar una gestión de los recursos naturales a través de una tecnología que no refleje ahorros en capital o en trabajo? En términos tradicionales, no; sin embargo, la conservación de la naturaleza, su capacidad de mantener las funciones de los sistemas ecológicos todavía no han sido valorados, y probablemente queden así. Obtener la cuantificación económica de esos valores no va más allá de la sustitución de valores en la ecuación de costo-beneficio. Aún en el caso de que se diseñara una metodología para dicha evaluación total de los recursos económicos, no serviría de mucho sin el compromiso de tolerancia y concertación entre las distintas visiones a propósito del desarrollo de nuestra sociedad. En nuestro caso, si adoptáramos la tecnología de producción agropecuaria de Estados Unidos, donde aproximadamente 10 calorías de combustible se utilizan para producir una caloría de alimento, ¿la consideraríamos sustentable? Richard Leakey, tal vez el antropólogo físico más relevante en el estudio de la evolución del hombre, decía que para proteger el medio ambiente hacía falta al menos una buena comida al día. Cuando distintos objetivos sociales y ecológicos chocan entre sí, la conservación de los recursos naturales está subordinada al bienestar de la población.

Sin compromisos efectivos, como es una claridad política en el papel de las distintas disciplinas científicas, se corre el riesgo de someter al concepto a una erosión semántica sistemática. Desarrollo sustentable no debe entenderse sólo como un concepto relacionado a la técnica, sino también como un principio ético y normativo.

Para hacer operativo el concepto de desarrollo sustentable en el campo mexicano se requiere el equilibrio entre los objetivos de desarrollo, con los criterios para la elección de modelos de innovación tecnológica. Conviene no detenerse en la asignación de valores económicos de los recursos naturales. La Economía aplicada a evaluación tecnológica tiene muchos instrumentos útiles que permiten tomar decisiones con mayor objetividad; pero como paradigma para elegir políticas de manejo de recursos naturales hacia la sustentabilidad su papel es incierto y confuso.

La economía ambiental no es neutra ideológicamente. La lógica de privilegiar los instrumentos económicos para definir los óptimos sociales, es alcanzar, para los problemas ambientales como la degradación de suelos, contaminación, disminución de la biodiversidad, y otros, una óptima desde el punto de vista económico.

El sector agropecuario depende del mercado. El mercado tiene instrumentos que en un marco acordado de valores éticos pueden ser parte de las herramientas científicas para promover la utilización sustentable de los recursos. Sin embargo, cuando se pretende partir y tomar como dogma de fe la teoría del valor, aparecen evaluaciones de las externalidades ambientales tan absurdas, que no pueden servir de base para diseñar y aplicar políticas medioambientales racionales. Lo peligroso radica en que el mercado no es un árbitro justo en materia de valores, ética y responsabilidad diacrónica o intergeneracional para los seres que vivirán mañana. Si dejamos todas las decisiones al mercado recordemos la sentencia de Oscar Wilde: "A cynic is one who knows the price of everything and the value of nothing." Del mismo modo, el ecologismo distorsionado o manipulado ideológicamente deviene en una ciencia de la

negación al desarrollo. Para alcanzar eficacia y eficiencia debemos evaluar nuestras decisiones y para esto, tenemos que clarificar dónde los valores económicos son suficientes para tomar las decisiones, y dónde aquellos valores humanos que no se pueden tasar en dinero, son los más apropiados (Bockstael *et al.*, 1995).

BIBLIOGRAFÍA

- ARROW, K.J. y A.C. Fisher, "Environmental preservation, uncertainty and irreversibility", en *Quarterly Journal of Economics*, núm, 88, 1974.
- BHALLA, S.K., *The effective management of technology: A challenge for corporations*, Battelle Press, 1987.
- BISHOP, R., "Endangered species and uncertainty: the economics of a safe minimum standard", en *American Journal of Agricultural Economics*, núm. 60, 1978.
- BOCKSTAEEL, N., Costanza *et al.*, "Ecological economic modeling and valuation of ecosystems", en *Ecological Economics*, 1995.
- BROWN, L., *Building a Sustainable Society*, Nueva York, Norton, 1981.
- COOMBS, R. *et al.*, *Economics and Technological Change*, Rowman y Littlefield Publishers, 1987.
- COSTANZA, R. y C.B. Patten, "Defining and predicting sustainability", en *Ecological Economics*, 1995.
- GÓMEZ-POMPA, A., "El problema de la deforestación del trópico mexicano", en E. Leff (coord.), *Medio ambiente y desarrollo*, CIIH, UNAM, 1990.
- GOMULKA, S., *The theory of technological change and economic growth*, Nueva York, Routledge, 1990.
- HARDIN, Garret, "The Tragedy of the commons", en *Science*, vol. 162, 1968.

- HETTNE, Bjorn, *Development Theory and the Three Worlds*, Longman Scientific y Technical, 1990.
- JAFFE, D., *Levels of socio-economic development theory*, Nueva York, Praeger, 1990.
- KAUFMANN, K.R., "The economic multiplier of environmental life support: can capital substitute for a degraded environment", en *Ecological Economics*, núm. 12, 1995.
- LEIBENSTEIN, H., "Allocative efficiency of X-efficiency. The missing link-micro-micro theory?", en *Journal of Economic Literature*, 1975.
- OCDE, Examen de las Políticas Agrícolas de México: Políticas Nacionales y Comercio Agrícola, 1997.
- PEARCE, W.D., "Ethics, irreversibility, future generations and the social rate of discount", en *Journal of environmental Studies*, 1983.
- *et al.*, *Sustainable Development: economics and environment in the Third World*, London Environmental Economics Centre, 1990.
- y J.J. Warford, *World Without End: Economics, Environment, and Sustainable Development*, The World Bank and Oxford University Press, 1993.
- ROUSSEL, P.A. *et al.*, *Third Generation*, R & D, Harvard Business School, 1991.
- WEBSTER, A., *Introduction to the sociology of development*, 2a. ed., Macmillan, 1990.

Algunas reflexiones sobre el desarrollo sustentable y su medición

Américo Saldívar V.

INTRODUCCIÓN

La sustentabilidad requiere de un equilibrio dinámico entre todas las formas de capital financiero, social, humano y natural en donde se genere un crecimiento económico como medio para alcanzar un nivel de bienestar *adecuado* con el mínimo impacto hacia el medio ambiente y los recursos naturales. Para nadie es un secreto que la pobreza, enfermedades, guerras y el deterioro ambiental constituyen una seria amenaza para la estabilidad del planeta. Durante el último medio siglo la economía creció siete veces; entre 1960 y 1995 aumentó más del doble la disparidad y el abismo en el ingreso entre 20 por ciento de las naciones más ricas y 20 por ciento de los países más pobres.¹

La perspectiva de la economía ecológica apunta hacia la sustentabilidad *fuerte* y sostiene la dificultad: primero de aceptar el concepto de externalidades como forma correcta

¹ *Vital Signs 2003 Reports*, Washington, Worldwatch Institute, mayo de 2003. Ello conduce a una sociedad del 20/80, donde 20 por ciento de la humanidad contará con buenos empleos y 80 por ciento se quedará con lo marginal o mínimo.

de medición de los impactos que sobre los recursos de la biosfera realizan las actividades antropogénicas; segundo, ve poco ético aplicar la crematística (valoración monetaria) para evaluar la importancia que tienen los recursos naturales, sobre todo del capital natural crítico y los no renovables.

De entrada, aceptamos la distinción entre valor ecológico y valor económico de los recursos biológicos. En esta doble racionalidad entre la *Oikonomie* (administración de la casa/hogar) y la crematística (centrada en los precios y el valor de cambio), la economía ecológica (EEC) tiende puentes con la economía ambiental y el desarrollo sustentable. Aquella, al ver la biosfera como un sistema cerrado explica que, dentro de sus circuitos, se encuentra en primer lugar, el subsistema económico y sus múltiples actividades para la obtención de bienes y satisfacer necesidades. En segundo término, en el proceso de producción-extracción, por ejemplo, de combustibles fósiles y materias primas naturales, no se producen *strictu sensu*, sino que se transforman, extraen y destruyen. La matriz completa es del dominio de la ecología: por una parte la entrada de materiales y energía de baja entropía con un alto valor de uso intrínseco, por otro lado una salida (*out-puts*) de bienes con un alto valor agregado (valor de cambio, con precios de mercado), pero también de desechos y energía disipada de elevada entropía.

La economía ecológica plantea el transflujo lineal de materia y energía para alimentar los procesos antropogénicos, donde los recursos y los residuos tienen una misma naturaleza y sólo difieren en valor entrópico.² Así la EEC entiende a la economía como un subsistema abierto dentro de la biosfera que exige para su funcionamiento: 1) un

²Saar Van Hauwermeiren, *Manual de Economía Ecológica*, 1999, p. 57.

suministro adecuado de energía y materiales; 2) la capacidad para absorber y asimilar residuos y desechos; y 3) el mantenimiento de la biodiversidad y de todas las especies de los ecosistemas.³

La paradoja que la mayoría de los economistas convencionales no aciertan a comprender y mucho menos a aceptar, es que a mayor capital producido o hecho por el hombre, menor capital natural (sobre todo de los no renovables) y, a la postre, menor calidad de vida. La evolución de la economía humana ha pasado desde una época en la cual el capital hecho por el hombre era el factor limitante para el desarrollo, hasta una época en la cual el capital natural que queda se ha convertido en el factor limitante.⁴ Aquí se puede entender mejor la metáfora del reloj de arena o del mundo medio lleno o medio vacío.⁵

Al ignorar la finitud de los recursos naturales y la segunda ley de la termodinámica es altamente cuestionable la idea de sentido común de que *entre más mejor*. El crecimiento así concebido resulta unidireccional, cortoplacista, egoísta y sumamente pragmático y utilitarista. Para la comprensión de ambos enfoques (el convencional y el de la EEC) el economista requiere, al menos, enfrentar a ambos sin privilegiar a ninguno de ellos. La responsabilidad de la ciencia ambiental es un proceso de ida y vuelta: primero como campo de conocimiento (novedoso y alternativo al sentido economicis-

³*Ibidem*, p. 88.

⁴R. Costanza, *Una introducción a la economía ecológica*, 1999. p. 92.

⁵De hecho, en la época de la economía de mundo vacío los recursos naturales y el capital natural eran considerados mercancías gratuitas. En consecuencia, el valor del capital hecho por el hombre no estaba bajo ninguna amenaza de escasez de un factor de complementariedad. En la época de la economía de mundo lleno esta amenaza es real y se enfrenta mediante la liquidación de stocks de capital natural, para mantener temporalmente los flujos de recursos naturales que respaldan el valor de capital hecho por el hombre. De aquí el problema de la sustentabilidad. *Ibidem*, p. 95.

ta); segundo, como esfera vital, de conciencia y de principios éticos de vida; donde objetivos y fines no deben alcanzarse a cualquier costo, ni mucho menos sacrificando (deteriorando y agotando) los medios y la base natural de recursos y energía. Infortunadamente la visión econocéntrica (*versus* la ecocéntrica) es la que ha permeado y hegemonizado las políticas económicas (PE) de nuestro país durante las últimas décadas. Ello no sólo porque la PE no incorpora la variable ecológico-ambiental, sino también porque la variable social es bastante marginal. Debemos reconocer que bajo este esquema de crecimiento insustentable, el propio progreso o desarrollo social se ha logrado merced al deterioro y pérdida de stock del capital y patrimonio natural.

Otro puente o binomio relacional es el que establece la economía ecológica con el desarrollo sustentable, ya que este último podría ser la visión operativa y funcional de aquella. En ambos paradigmas una preocupación central es la interacción de los procesos antropogénicos con la naturaleza y los ecosistemas, y donde el desarrollo sustentable (DS) opera como una cadena de transmisión (conexión) y un núcleo vinculante entre lo económico, ecológico, social y lo institucional. Por ello el DS busca un diálogo al *puentear* los dos paradigmas fundamentales dentro de la ciencia de lo ambiental.

El propio Robert Costanza señala la importancia de los tres principios: distribución, asignación y escala. Veamos: los economistas actualmente mantienen la asignación y la distribución muy separadas y están a favor de dejar que los precios sirvan únicamente a la eficiencia, mientras sirven a la justicia con la política separada de transferencias. Esto sigue el aforismo de Tinbergen de la igualdad de metas e instrumentos de política: un instrumento para cada política. El punto es que de la misma forma como no podemos

incluir la distribución bajo la asignación, tampoco podemos incluir la escala bajo la asignación.

Parece claro que necesitamos abordar los problemas en el siguiente orden:

1. Fijar los límites ecológicos de la escala sustentable y establecer políticas para asegurar que el rendimiento de la economía permanezca dentro de estos límites.
2. Establecer una distribución equitativa y justa de los recursos usando sistemas de derechos y transferencias de propiedad. Estos sistemas de derechos de propiedad pueden cubrir el espectro completo desde la propiedad individual hasta la gubernamental.⁶
3. Una vez que se resuelvan los problemas de escala y distribución, se podrán usar los mecanismos basados en el mercado para asignar recursos eficientemente. Esto implica extender el mercado existente para internalizar los numerosos bienes y servicios ambientales que actualmente están fuera del mercado.⁷

DESANUDAR EL NUDO GORDIANO

La economía ecológica es un intento para ayudar a rectificar esta tendencia de ignorar, por parte de la ecología, a los seres humanos; mientras al mismo tiempo rectifica la tendencia paralela de ignorar el mundo natural en la ciencias sociales.⁸

⁶Si bien el autor agrega que: los sistemas intermedios de propiedad en común y los sistemas para dividir la propiedad de los recursos en propiedad de servicios particulares necesitan mucha más atención.

⁷Así las tasas de interés bajas favorecen la conservación en términos de sus efectos sobre la asignación, pero en términos de efecto de aumento de la escala, funcionan en contra de la conservación.

⁸Costanza, *op. cit.*, p. 54.

Bajo esta perspectiva y la premisa de que, incluso ante una visión antropocéntrica, no sólo los mecanismos de mercado fallan sino también las instituciones (Estado) y la propia sociedad al momento de construir la sustentabilidad. Los economistas deben mostrar todo su atrevimiento e ingenio para entender y superar el *nudo gordiano* entre la racionalidad económica y la racionalidad ecológica; entre los objetivos del corto plazo y los del largo plazo de la permanencia de los recursos naturales y su productividad. El comportamiento de los agentes económicos se encuentra estrechamente relacionado con lo que sucede en el entorno natural, de tal manera que, con la interpretación de los instrumentos macroeconómicos, es posible conocer los beneficios determinados por el uso de ciertos recursos: la distribución espacial de las actividades económicas y sociales, los incentivos para invertir y reinvertir en las actividades productivas; las ventajas comparativas y absolutas respecto del comercio internacional, la equidad a nivel nacional, y la eficacia de las políticas económicas y ambientales. Por tanto, en esta sección se han incluido los indicadores más importantes que permiten identificar las relaciones entre el sistema económico con el social y natural.

REFLEXIONES SOBRE INDICADORES Y VALORACIÓN ECONÓMICA

*El ingreso nacional sustentable:
Contribución de Roefie Hueting*

Roefie Hueting define el medio ambiente como un conjunto de funciones. Esta contribución está enfocada a efecto de establecer correcciones a la contabilidad nacional me-

dian­te la valoración de los servicios o las funciones ambientales dañadas o pérdidas. Se trata, en pocas palabras, de crear una especie de *contabilidad ambiental verde*.

Cuando el uso de una función por una actividad económica amenaza o afecta el desempeño de esta función en otra actividad, se puede decir que existe competitividad entre las funciones ambientales. En este sentido considera estas funciones ambientales como bienes económicos, ya que son escasas y que una pérdida de funciones implica costos. Hueting considera el crecimiento de la producción como un proceso que hace menos escasos los productos producidos y que al mismo tiempo hace más escasos los bienes tanto económicos como ambientales (naturales) no producidos. Esta pérdida económica no está registrada en las cuentas nacionales. Por tanto, la búsqueda de un *Ingreso Nacional Sustentable* implica estimar los costos de las pérdidas relativas a las funciones ambientales. La paradoja aquí es que la economía convencional por lo común no reconoce los costos sociales del crecimiento, menos aún las llamadas externalidades ambientales, para las cuales no existen mercados ni precios.

Su propuesta consiste en calcular los costos necesarios para llegar a una serie de metas u objetivos concretos de sustentabilidad. Según él se pueden calcular estos costos mediante: el costo de reparación o restauración de las funciones ambientales, el costo de oportunidad, al dejar de producir ciertas producciones nocivas para el medio ambiente; o bien, el costo en que se incurriría si se deseara evitar el deterioro o restablecer las cualidades del recurso.⁹

⁹Desde el enfoque de la Economía Ecológica se pueden realizar las siguientes críticas a esta contribución: algunos daños son irreversibles; no es seguro que los cálculos incluirán los daños a futuro (por ello la valoración resulta arbitraria), etcétera. El resultado variará dependiendo de los grados de la reparación que se proponga.

CUENTAS SATÉLITES

Las cuentas satélites son otra aproximación con la que se ha intentado superar los problemas que presenta la construcción de un indicador sintético y único del éxito económico y que tenga en cuenta los servicios ambientales y los recursos naturales.

Las cuentas satélites son un sistema de indicadores ambientales que muestran los distintos requerimientos ambientales para la sustentabilidad, de manera individual y en unidades físicas.

Según esta visión es posible conectar estas cuentas y mediciones físicas con las valoraciones y agregados macroeconómicos; sobre todo con las cuentas nacionales, estadísticas nacionales, modelos econométricos de análisis y predicción. Las Naciones Unidas han recomendado comenzar con la construcción de estas cuentas satélites del medio ambiente con una base de datos expresada en magnitudes físicas. Esta decisión se tomó en el contexto de las experiencias negativas respecto a construir un indicador global que refleje los procesos de descapitalización ambiental.

Sin embargo, todavía se está a la espera, que la construcción de las cuentas satélites pueda constituir una etapa previa al montaje de un sistema de contabilidad para la sustentabilidad del desarrollo de un país. Esta construcción debería comenzar por producir información en unidades físicas, para luego avanzar en metodologías de valorización para la corrección de los macroagregados económicos.¹⁰

¹⁰ La acumulación capitalista no es otra cosa que la transformación constante del proceso de producción y reproducción ampliada, en un proceso de valorización de valor y no de valores de uso.

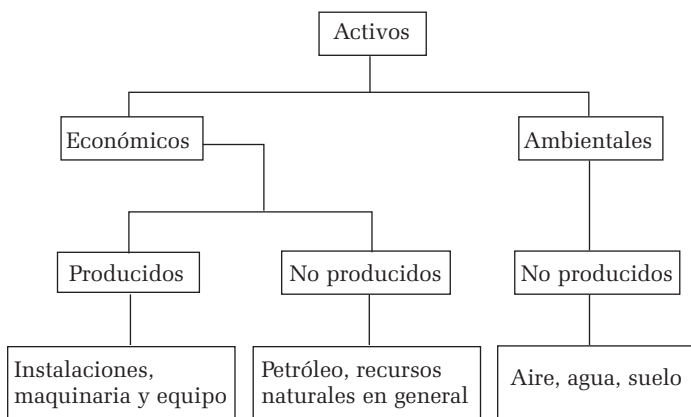
COBRAR O NO COBRAR, ¡THAT'S THE QUESTION!

¿Por qué es crucial e importante manejarse bajo dos criterios o categorías analíticas? De entrada, aceptamos, como lo señala la EEC, que toda la biosfera y sus recursos son escasos y útiles (pues poseen valor de uso y de existencia *per se*) independientemente de que puedan ser valorados o no en el mercado, además de ser posible medir y conmensurar bajo la categoría de *sustentabilidad débil* y mantenerse bajo el concepto de la *sustentabilidad fuerte*. Ello es crucial ya que a través del segundo criterio podemos valorar y proteger mejor a este último.

Sustentabilidad débil

Los economistas neoclásicos suponen que el capital construido y el capital natural son sustitutos casi perfectos entre sí. Desde esta visión definen la sustentabilidad débil

CLASIFICACIÓN DE LOS ACTIVOS



como la capacidad y la probabilidad de la sustitución del capital natural por el capital hecho por los humanos. En el mantenimiento de la suma de ambos, de un stock constante de capital, reside su esencia. La formalización matemática del Índice de Sustentabilidad:

Débil se expresa como la suma de la depreciación del capital más la depreciación del capital natural (en porcentaje del Ingreso), menos el porcentaje de ahorro en el Ingreso Nacional: $F(\text{Ahorro}) - (\text{Kap.h} + \text{Kap.n}) \times (100/\text{PIB})$.

Las ricas paradojas

Sabemos que las economías de los países ricos, como Japón, se basan en la importación de recursos naturales, como madera, petróleo, etcétera, ¿cómo se justifica entonces que los resultados indiquen que los países más sustentables en el sentido débil, sean los países ricos? En el esquema se muestra el criterio metodológico a partir del cual se pueden estimar las pérdidas por deterioro o agotamiento de los ANP.

La explicación a este problema es que no se imputa la depreciación del capital natural a los países importadores sino a los países que exportan productos de ese capital natural y los hacen entrar así en la corriente de sus propios ingresos. Países como Nigeria, Indonesia y Venezuela justamente dependen en mucho de la extracción y exportación de sus recursos naturales.

Por su parte, entendemos por *sustentabilidad fuerte* a la capacidad de la economía humana de mantener el capital natural crítico (especies vivas, capa de ozono, biodiversidad, ecosistemas).

LOS ACTIVOS NATURALES NO PRODUCIDOS (ANP)

El primer tipo de sustentabilidad nos permite cobrar por los activos naturales no producidos, medir las externalidades e impactos ambientales negativos producidos por las actividades antropogénicas y a partir de ahí cobrar por los daños y pérdidas evitados. La aplicación del concepto Piguviano de que el que contamina paga, si bien este criterio es necesario, pero no suficiente ya que debemos añadirle otros dos momentos o condiciones complementarias: pagar sí, dejar de contaminar, segundo, y tercero resarcir los daños provocados. Aquí podríamos añadir el Principio de Sustituibilidad más complementariedad.

Bajo este criterio se pueden estimar las pérdidas dentro del PIB por el deterioro y agotamiento ambiental; de ahí obtenemos el Producto Interno Neto Ecológico (PINE). Acto seguido, se debe calcular las externalidades negativas, sobre las personas, daños a la salud, por ejemplo, a partir del método dosis-respuesta.

En el cuadro tenemos datos reales tomados del Sistema de Cuentas Ambientales del INEGI, sobre las pérdidas o costos de ANP:

Vistos desde la perspectiva de la sustentabilidad económica y ambiental los costos indirectos son los de mayor cuantía. Por ejemplo, en el caso del agua tendríamos los costos por contaminación o degradación (tratamiento de aguas residuales) y por agotamiento (reinyección y recarga por métodos no naturales). De acuerdo con datos del INEGI, el costo por contaminación (1.11 pesos) y por sobreexplotación (0.61 pesos) del agua fue de \$ 1.72 m³, como promedio para todo el país. Se toma este valor como referencia por daños evitados. Un criterio importante para incorporar este tipo de rentabilidad es que tenemos que pagarles a los

INDICADOR DE ACTIVOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES
NO PRODUCIDOS

$$IANP =$$

ANP_{HC} = Costo de agotamiento de hidrocarburos (\$ 11/barril)

ANP_E = Costo por erosión de suelo (\$ 25/ton)

ANP_M = Costo de producción de madera (\$ 3000/m³)

ANP_{RS} = Costo por generación de residuos sólidos (\$ 344/ton) pesos de 1996 y 2002.

ANP = Total de Activos

Económicos y ambientales no producidos

$$ANP = \sum_{i=1}^n ANP_i$$

i = HC, M, SAS, CA, CAR, E, RG.

$$R_{PIB} = (ANP/PIB)(100)$$

$$RPIB_{MAX} = 13.5\%^4$$

ANP_{SAS} = Costo de sobreexplotación de agua subterránea (\$ 0.61/m³)

ANP_{CA} = Costo por contaminación de agua (\$ 1.11/m³)

ANP_{CAR} = Costo por contaminación en aire (\$ 2002) para:

- (\$ 7,100/ton) NO₂;
- (\$ 12,800/ton.) SO₂;
- (\$ 4,600/ton.) PST;
- (\$ 9,700/ton.) CO;
- (\$ 8,400 ton) HC

Fuente: INEGI, Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México, 1995-2000, México, 2002, pp. 80, 100 y 101.

campesinos y a las comunidades por *sembrar* el agua que la ciudad o los ecosistemas *cosechan*.

Del mismo modo, se puede calcular las pérdidas por erosión, por el cambio de uso de suelo o por deforestación. Así, una hectárea de suelo erosionado pierde una de sus funciones primordiales que es la capacidad de retención y absorción pluvial, y de recarga de mantos freáticos. Conociendo

que el rendimiento de una hectárea, en situación normal de precipitación, es del orden de 750 metros cúbicos/año,¹¹ y conociendo que el costo por agotamiento o sobreexplotación del agua es de 0.61 pesos m³ para el año 2000,¹² entonces tenemos que el costo de oportunidad, valor perdido, por causa de la erosión, sería del orden de 458 pesos/ha/año.

BENEFICIOS POR REDUCCIÓN DE EMISIONES

Con base en el costo por evitar emisiones al pie de fábrica o empresa y de acuerdo con los datos presentados por el INEGI en el documento (véase cuadro) se obtuvo el precio por tonelada para cada tipo de contaminante. A su vez, los beneficios probables por reducción de toneladas emitidas a la atmósfera por tipo de contaminante se pueden calcular a partir de diferentes métodos.¹³ Por ejemplo, al cambiar el

¹¹ Véase Alejandro Callejas y Mathis Wackernagel, *La huella ecológica del uso del agua*, 1998.

¹² Cálculos propios basados en datos de INEGI, *Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México, 1995-2000*, México, 2002, pp. 80, 100 y 101. Una estimación sobre el costo de oportunidad (costos ecológicos) por agotamiento y/o reinyección de agua en el Distrito Federal arrojó un valor de 2.00 pesos el metro cúbico. Véase Américo Saldívar, "Evaluación de los Costos Ecológicos del Agua: Bases para un Desarrollo Sustentable en la Ciudad de México", en *Revista Memoria*, 1998. Véase también: Verónica I. González, *Análisis costo-beneficio de la reducción de azufre en la gasolina para la <ZMCM>*, 2003.

¹³ Uno de estos métodos podrían ser las funciones Dosis-Respuesta. Estas funciones establecen una relación entre niveles de exposición a algún contaminante y su propensión a ciertos efectos; es decir, estiman la magnitud de los efectos sobre la salud, asociados a la contaminación y se derivan de la literatura epidemiológica especializada. Los precios que se utilizan en la mayoría de los estudios están basados en el costo de la enfermedad. De acuerdo con la teoría económica ésta no sería la mejor estrategia ni el mejor enfoque. Por esta razón los precios que se podrían utilizar en los estudios para valorar los costos externos por efecto de la contaminación quizá se basarían en el concepto de *disposición a pagar* o *willingness to pay*. La evaluación de los costos está basada en el cálculo de las emisiones de PM₁₀ (menores de 10 micras), emitidas durante un año.

patrón energético, de carbón a petróleo y gas natural, y de estos combustibles fósiles hacia energías limpias y renovables, etcétera, todas estas innovaciones y mejoras energéticas se traducen en beneficios a la salud de la gente, la cual puede resultar incalculable, pero que, sin embargo, para beneficio de la tozudez de políticos y economistas podemos traducirlos en pesos y centavos ahorrados. También por la disminución de la degradación atmosférica-ambiental.

LA EVALUACIÓN SOCIAL (ES)

Todos los valores del cuadro responden a externalidades negativas directas (aun sin valorar los efectos negativos sobre la salud de la población, las plantas y animales de todas las especies)¹⁴ tanto en términos sociales como medioambientales, de las cuales prácticamente nadie se responsabiliza. Los economistas definirían a estos agentes que contaminan sin asumir ningún costo, como *Free Riders* o bien como empresarios exitosos.¹⁵

Si la evaluación económica pretende medir de manera exhaustiva el aporte neto del proyecto al bienestar local y/o nacional, teniendo en cuenta el objetivo de eficiencia, la evaluación social incorpora también los aspectos de equidad. La ES buscaría seleccionar el valor de los impactos según el nivel socioeconómico de los beneficiarios o los afectados.

Además se asume que otras emisiones están a niveles que no causan daño o molestias. Las estimaciones para el ozono son tomadas de fuentes oficiales.

¹⁴ Además de los daños ambientales de corto y largo plazo, podríamos enumerar otras externalidades como: pérdida de humedales, costo por reducción de la capa de ozono, por contaminación e infición atmosférica, por contaminación de aguas (en 2001 se registraron en el país cerca de 800,000 casos de enfermos relacionados con la mala calidad del agua, INEGI, 2002), etcétera.

¹⁵ Y a quienes todavía muchos diputados y políticos *ingenuos* les quieren reducir la tasa de impuestos sobre sus ganancias de 35 a 31 por ciento, ¡Vaya lógica!

ESTUDIO DE CASO

De la observación, entrevistas y el trabajo de campo realizados en la Reserva de la Biosfera Manantlán¹⁶ resaltan importantes experiencias. Sin duda una de las más importantes se refiere al problema de la *producción y cosecha de agua*. La necesidad de manejo en la cuenca de captación para revertir deforestación, erosión, caída de la infiltración y retención en la velocidad de las escorrentías.

Destaca la importancia de que los pobladores ya no sólo se centran en el aprovechamiento y reparto del agua existente, sino en la producción de agua; en aumentar, recuperar o cuando menos conservar la disponibilidad de agua.

Las técnicas de manejo propuestas consisten en obras de pequeña escala repetidas en espacios amplios: zanjas trinchera, anillos de captación, bordos y terrazas, jagüeyes (como la *Taza*) en San Pedro Toxin y cercados. Todas estas obras a su vez permiten la reforestación y protección de la cobertura vegetal en laderas y pendientes, lo que disminuye la velocidad del agua y facilita la infiltración. Técnicas a su vez sustentadas en trabajo y conocimiento locales.

Se debe hacer hincapié en la necesidad de mecanismos de transferencia de la cuenca baja a la cuenca de captación o zona de *producción de agua*, que muchas veces corresponden a zonas marginales, y se proponen esquemas institucionales para esta transferencia y enfatizar al mismo tipo de problemática de transferencia de recursos y necesidad de instituciones para lograr financiar los trabajos que se ha abordado como manejo de cuencas. Ante la urgencia de soluciones inmediatas en esta zona de mediana margi-

¹⁶ Proyecto-Evaluación PRODERS, CONANP, 2002-2003.

nalidad, las acciones del Programa de Desarrollo Rural Sustentable (PRODERS) y las pequeñas obras, son adecuadamente complementadas con mano de obra y conocimiento local. Ello está permitiendo mejorar la situación dentro de la zona marginal con acciones que pueden realizar por los mismos pobladores y que aseguran la sustentabilidad tanto del ecosistema como de las propias comunidades.

Se encontraron algunos elementos contradictorios, como:

1. Aumento del valor ecológico y económico del ecosistema.¹⁷
2. Conflicto y deterioro ambiental en la cuenca.
3. Propuesta de empoderamiento de los mismos usuarios en la gestión y toma de decisiones del Plan de Manejo.
4. Conductas oportunistas de algunos actores; ganaderos, líderes locales, madereros, ingenio, comerciantes.
5. Necesidad de cobro de los servicios ambientales; no sólo del turismo ecológico (ecoturismo).
- 6) Se encontró una relación y correlación estrecha entre protección de la reserva y beneficio para la comunidad.

VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES (INTANGIBLES)

En nuestro análisis Costo/Beneficio estamos incluyendo como beneficios brutos todas aquellas obras, acciones e inversiones tendientes a evitar un daño o degradación ambiental y del ecosistema. Así, una valorización de la degra-

¹⁷El valor de uso de un suelo no está en función de su valor de cambio, sino de su capacidad intrínseca dada por su composición físico-química y biológica, que dará como resultado su capacidad de producir bienes agropecuarios y forestales, que una vez en el mercado darán lugar a la existencia de una valorización a través de su valor y de la renta del suelo.

dación deberá estar vinculada a las medidas de protección y de restauración de los suelos a través de incrementar la calidad de éstos con materia orgánica y protección contra la erosión, la instalación de cercados para evitar la entrada de ganado, etcétera.

La degradación de las fuentes de agua también requieren de medidas similares, ya que su calidad y cantidad tiene relación con la cobertura vegetal y la calidad y manejo agropecuario y forestal de los suelos, así como de la restauración ambiental de los desechos sólidos, líquidos y químicos que se envían a los cuerpos de agua a través de descargas municipales. Aquí el costo de la restauración ambiental se deberá contabilizar, primero, mediante el valor por la degradación, y segundo, como un beneficio neto de la inversión.

Sin embargo, es muy importante hacer hincapié en que los recursos deben ser utilizados básicamente para la conservación y restauración del área y no para mantener a los campesinos de la región. En todo caso, el mantenimiento de los campesinos debe estar en función de que participen en la conservación del área natural protegida. Dicha conservación puede estar definida por ellos, con su participación activa y consciente, por lo que el uso de los recursos obtenidos tienen que estar supervisados por las autoridades nacionales, sean éstas federales, estatales o municipales.

EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES

El concepto de pago por servicios ambientales (PSA) ha recibido mucha atención últimamente como herramienta innovadora para financiar inversiones en el manejo sostenible de tierras, en varios países de América Latina. A través de ciertos usos de la tierra, agricultores y campesinos están gene-

rando servicios ambientales, normalmente sin recibir remuneración de los beneficiarios quienes aprovechan los servicios. Los beneficios o servicios ambientales (forestales) son aquellos bienes intangibles o que no son fácilmente medibles, cuantificables o comercializables en unidades monetarias y que se derivan de la misma existencia de la vegetación. La literatura especializada menciona los servicios potenciales del bosque o las plantaciones. Los servicios ambientales que más comúnmente han sido identificados son: 1) secuestro o captura de carbono; 2) belleza escénica; 3) biodiversidad; 4) servicios hidrológicos.

A través de un pago por estos servicios ambientales los beneficiarios pueden incentivar a los usuarios de la tierra para preservar o cambiar sus prácticas de uso con el fin de maximizar el rendimiento de los servicios ambientales.¹⁸ Para esta evaluación se cuantifican sólo los beneficios aportados por la captura de carbono en nuevas plantaciones de cafetos y pastizales. De acuerdo con convenciones emanadas de las Naciones Unidas en la Cumbre de Río de 1992 y del Protocolo de Kioto en 1998, los países desarrollados pueden cubrir sus compromisos de reducción de gases de efecto invernadero a través del mecanismo de desarrollo limpio (CDM), así como de la compra en otros países de certificados de reducción de emisiones de CO₂. La FAO desde hace varios años viene impulsando también el pago por servicios ambientales.¹⁹

De acuerdo con estudios, en nuestro país existe un potencial de captura de carbono en el sector cafetalero y por cobertura vegetal, de entre cinco y siete toneladas de

¹⁸ Ver sobre el particular: <http://www.rlc.fao.org/prior/reconat/pago.htm>

¹⁹ Programa FAO "Relaciones tierra-agua en cuencas hidrográficas" <http://www.fao.org/landandwater/watershed/> Presentación sobre *Servicios Ambientales*, por Jan Van Wambeke y Benjamin Kiersch. III Congreso Latinoamericano de Cuencas Hidrográficas <http://www.congresacuencas.org.pe>

carbono por hectárea, adicionales por manejo. En esta estimación se considera una densidad que puede ir de 2,500 a 3,000 plantas de café y entre 70 y 120 individuos de árboles de sombra. Cabe señalar que paralelo al trabajo sobre la cubierta vegetal en la que se aumentarán las poblaciones de los individuos, se incorporarán prácticas de mejoramiento y conservación del suelo, debido a que el carbono capturado de manera adicional es en todo el sistema de café de sombra (cubierta vegetal y suelo donde se puede incluir el área de siembra tanto de cafetos como de caña forrajera).²⁰

CRITERIOS

Los criterios aplicados para estimar el pago por servicios ambientales fueron los siguientes:

1. Tamaño, edad de las plantas y volumen de biomasa.
2. Valores mínimos atribuidos a una vegetación específica,²¹ sin incluir raíces y suelo.
3. Valores bajos en términos de precios internacionales de mercado.
4. El precio promedio en el mercado internacional de cada tonelada de carbono capturada es de entre 10 y 12 dólares.²²

²⁰Información proporcionada por el ingeniero Rodríguez Haro, del Proyecto del Banco Mundial para la captura de carbono en cafetales mexicanos, marzo de 2003. Véase también: PROFEPA, Alejandro Carrera, *Valoración Económica de la Captura de CO₂ en el Parque Nacional Desierto de los Leones*, México, 2000.

²¹Para áreas naturales protegidas, en bosque tropical caducifolio y semicaducifolio, húmedo y subhúmedo, como es nuestro caso, la captura de carbono oscila entre 40 y 139 ton/año. Véase Juan Manuel Torres, *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera, Sierra de Manantlán*, INE, México, 2004, p. 4.

²²Conversión a pesos al tipo de cambio de 10.60 pesos/dólar.

Más aún, de acuerdo con la literatura especializada, el valor de las pérdidas (costo de oportunidad) de inventarios de CO₂, debidas a cambio de uso de suelo de bosque tropical *siempre verde*, es de 3,633 y 3,337, US dólares, para tierras de agostadero o para fines agrícolas, respectivamente.²³

La expresión matemática del carbono total almacenado es la siguiente:

$$C_t = C_v + C_d + C_s + C_p + C_f$$

donde:

C_t: carbono total fijado (ton/ha)²⁴

C_v: carbono capturado en la vegetación arriba y abajo del suelo

C_d: capturado en la materia orgánica en descomposición

C_s: capturado en el suelo

C_p: capturado en los productos forestales resultantes (muebles, madera, papel, etcétera)

C_f: carbono ahorrado por la sustitución de combustibles fósiles

CONCLUSIONES

Debemos reconocer el carácter limitado de los indicadores monetarios y de la valoración sobre el medio ambiente y los recursos naturales (RN). Pero al mismo tiempo debemos señalar que no podemos ni debemos prescindir

²³ Véase CSERGE 1993, citado por Torres, *op. cit.*, p. 9.

²⁴ Se estima que en plantaciones con especies de rápido crecimiento es posible obtener una captura neta de hasta 7.7 ton/ha/año. Su precio de mercado oscila entre 10 y 40 dólares ton (Véase PRODEPLAN).

de ellos. El hecho de que nuestras técnicas de medición sean imperfectas o que no sepamos aplicarlas, no significa que los problemas por la asignación y distribución ineficientes de los recursos naturales y las externalidades negativas no estén ahí presentes, en nuestra vida y realidad cotidianas.

Por otra parte, el PSA de ninguna manera significa un cambio en la vocación del suelo ni mucho menos un cambio en el régimen de propiedad; pudiendo propiciar por parte de las comunidades la gestión directa de los recursos naturales y sus formas de producción, acordes con sus estrategias vigentes de aprovechamiento y manejo de los RN.²⁵

El PIB se define como el total del valor monetario de la producción anual de bienes y servicios dentro de un país. Éste, desde el punto de vista estadístico y puramente monetario, es un buen indicador del crecimiento económico más no nos informa mucho sobre el bienestar social y la sustentabilidad del desarrollo. Tampoco registra la degradación ambiental ligada a las actividades antropogénicas; no incluye la amortización del patrimonio natural, e incluye los gastos defensivos o compensatorios como algo positivo dentro de la contabilidad nacional.

Por ello proponemos un ajuste al PIB para acercarlo a un PIB sustentable:

La ecuación que proponemos sería:

²⁵En América Latina se inician ya experiencias en la creación de Fondos para Pagos de Servicios Ambientales (FPSA). Estos fondos son alimentados continuamente por fondos provenientes de la cuota de Pago por Servicios Ambientales, aprobada por la población en cuotas diferenciadas según el uso del agua y el tipo de usuario, donaciones, multas, fondos municipales y parte de las utilidades de las empresas de agua potable. El FPSA será destinado para el pago de las externalidades positivas provenientes de acciones y proyectos realizados por propietarios o agricultores a favor de la conservación del suelo y el agua en las zonas de recarga acuífera y de manantiales. Véase Dourojeanni *et al.*, *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*, núm. 47, agosto de 2002.

Desarrollo Sustentable = F (crecimiento económico - pérdidas de bienestar y de calidad de vida + equidad y sustentabilidad ambiental).

BIBLIOGRAFÍA

- ANDREI, Jouravlev y Guillermo Chávez, *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Serie Recursos Naturales e Infraestructura, núm. 47, LC/L.1777-P, Santiago de Chile, agosto de 2002.
- CALLEJAS, Alejandro y Mathis Wackernagel, *La huella ecológica del uso del agua*, Xalapa, Veracruz, Universidad de Anáhuac, 1998.
- CARRERA, Alejandro, *Valoración Económica de la Captura de CO_2 en el Parque Nacional Desierto de los Leones*, Profepa, Delegación Metropolitana del Valle de México, México, 2000.
- COSTANZA, Robert, *Una introducción a la economía ecológica*, México, CECSA, 1999.
- DOUROJEANNI, Axel, Jouravlev Andrei y Guillermo Chávez, *Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Serie Recursos Naturales e Infraestructura, núm. 47, LC/L.1777-P, Santiago de Chile, agosto de 2002.
- GONZÁLEZ, Verónica I., *Análisis costo-beneficio de la reducción de azufre en la gasolina para la ZMCM*, tesis de licenciatura, 2003.
- HAUWERMEIREN, Saar Van, *Manual de Economía Ecológica*, Ecuador, ILDIS, 1999.
- INEGI, *Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México, 1995-2000*, México, 2002.
- SALDÍVAR, Américo, "Evaluación de los Costos Ecológicos del Agua: Bases para un Desarrollo Sustentable en la Ciudad de México", en *Revista Memoria*, CEMOS, núm. 118, diciembre de 1998.

TORRES, Juan Manuel, *Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera, Sierra de Manantlán*, México, INE, 2000.
Vital Signs, Washington, Worldwatch Institute, mayo de 2003.

Páginas de internet

<http://www.rlc.fao.org/prior/reclnat/pago.htm> Conferencia Pago por Servicios Ambientales, realizada en el marco de la Expo-Forestal México Siglo XXI, agosto de 2003.

[http://www.congresacuencas.org.pe/Presentación sobre Servicios Ambientales](http://www.congresacuencas.org.pe/Presentación_sobre_Servicios_Ambientales), por Jan Van Wambeke y Benjamin Kiersch, III Congreso Latinoamericano de Cuencas Hidrográficas.

<http://www.fao.org/landandwater/watershed>, Programa FAO, “Relaciones tierra-agua en cuencas hidrográficas”.

SEGUNDA PARTE

*Indicadores ambientales
del desarrollo económico
y métodos de valoración
ambiental*

Ordenamiento ecológico del territorio; herramienta para el desarrollo sustentable de la comunidad de Ashotán

Edilberto Matías Hernández San Román

INTRODUCCIÓN

Los procesos históricos, económicos y demográficos del país han provocado un deterioro paulatino de los recursos naturales, lo que ha conducido a un decremento en la capacidad productiva de los ecosistemas y a la pauperización de la población del campo. De esta problemática surge la necesidad de poner en práctica métodos de planificación para los usos del suelo que tomen en cuenta los elementos y procesos naturales y las necesidades de desarrollo humano. Es el caso de la comunidad de Ashotán que se encuentra en el municipio de Coahuayana de Hidalgo, Michoacán, México. Esta comunidad por acuerdo de asamblea ha optado por poner en práctica sistemas de manejo ordenado de sus recursos naturales. Para llevar a cabo el estudio de ordenamiento ecológico de la comunidad de Ashotán se realizaron talleres temáticos de evaluación participativa; la participación de hombres y mujeres fue fundamental para analizar la problemática ecológica, económica y social que presenta la comunidad, pero sobre todo sirvió para generar propuestas encaminadas a un desarrollo in-

cluyente y respetuoso de los equilibrios naturales. Como parte de la metodología de trabajo se realizaron recorridos de campo con el fin de identificar las diferentes unidades ambientales que conforman el territorio de la comunidad, posteriormente se definieron sitios de muestreo para obtener los datos en cada una de las unidades ambientales definidas. Con los datos de campo, los talleres participativos y la consulta de cartas temáticas del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) se procedió a digitalizar las siguientes cartas de la comunidad: topográfica, geológica, edafológica e hidrológica. Asimismo, se dibujó sobre mapa topográfico georeferenciado y digitalizaron las cartas de uso actual del suelo, zonificación de conflictos ambientales y la propuesta de ordenamiento ecológico del territorio. La digitalización de todas las cartas se hizo usando el programa *Arc View*.

Como parte del ordenamiento ecológico de la comunidad se analizó y discutió la problemática urbana y el impacto ambiental que se genera con la producción de desechos domésticos, en este caso se elaboraron los siguientes planos: uso de suelo, equipamiento, infraestructura, vías de comunicación y tipología urbana. En los talleres de evaluación participativa además de analizar los aspectos sobre recursos naturales y manejo, se analizó la importancia económica de cada una de las áreas que conforman el territorio de la comunidad de Ashotán; reflexionando acerca de la problemática social y la necesidad de nuevos proyectos productivos.

Para evaluar la rentabilidad económica de las actividades productivas que llevan a cabo actualmente en la comunidad se realizaron entrevistas con los productores, resaltando las principales actividades: maíz (riego y temporal), cultivo de papaya y ganadería extensiva de bovinos.

La metodología empleada en los talleres tuvo aspectos de educación ambiental y conceptos en el marco del desarrollo sustentable, los cuales fueron necesarios para un análisis más amplio y consciente de la problemática ambiental, económica y social que presenta la comunidad. De esta forma se fortalece la elaboración de propuestas encaminadas al ordenamiento ecológico y la satisfacción de necesidades socioeconómicas.

LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La comunidad de Achatán se localiza en el municipio de Coahuayana de Hidalgo, Michoacán. Se llega por Coacomán, Michoacán, o por Tecomán, Colima, desviándose por la carretera que comunica a Coahuayana Viejo y a Palos María.

Achatán fue anexo de la comunidad indígena de Aquila perteneciente a la cultura náhuatl. Más tarde las tierras de Achatán pasaron a ser propiedad de Alejandro Lejaverri quien formó la Hacienda de Achatán, dedicada al cultivo de café, caña, algodón y maíz. La hacienda desapareció con la Revolución Mexicana, posteriormente se formaron algunas propiedades privadas. A consecuencia de los conflictos agrarios que permanecieron en la región y que se agudizaron en la década de 1970; en 1982 hubo un proceso de expropiación de terrenos para beneficiar a la gente de la comunidad. La comunidad de Achatán fue reconocida por decreto presidencial el 5 de abril de 1999 y ejecutado el día 19 de noviembre de 1999, beneficiando a 49 jefes de familia, con una superficie total de 1,574-33-41 ha. Con fecha del 7 de diciembre de 1999, el grupo de campesinos denominado Achatán mediante asamblea general constitutiva decidieron y aceptaron aportar sus tierras del régimen de

propiedad privada al régimen comunal para la creación y conformación de una nueva comunidad a la cual denominaron Comunidad Indígena de Ashotán.

METODOLOGÍA

El territorio está constituido por cuatro subsistemas: el medio físico; la población y sus actividades de producción, consumo y relación social; el crecimiento poblacional y el marco legal e institucional.

Con el propósito de atender los diferentes componentes que integran el territorio se realizaron talleres de evaluación participativa. Los talleres se desarrollaron de manera sistemática, en intervalos de tiempo, a través de reuniones que fueron de uno a tres días en diferentes momentos, durante el periodo de julio a noviembre de 2003. Este trabajo se complementó con visitas de campo y entrevistas efectuadas a los diferentes sectores sociales que conforman la comunidad.

El equipo de facilitación técnica se integró por un grupo interdisciplinario de profesionistas con experiencia en trabajo comunitario y en el Sistema de Información Geográfica (SIG), el trabajo se fortaleció con la comisión de trabajo que nombró la comunidad en asamblea; estas personas colaboraron estrechamente con los profesionistas en las tareas de investigación de campo.

Preparación

Diseño del proceso de Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET). En asamblea el grupo de facilitadores explicó a

la comunidad de manera detallada el proceso metodológico para el estudio del OET. La asamblea nombró a un Grupo de Asesores Comunitarios, su función era de coadyuvar en cada una de las fases de preparación y ejecución del taller de Evaluación Participativa (EP) y acompañar el proceso de investigación de campo.

Desarrollo

Conformado por siete talleres:

- **Conocimiento Tradicional del Territorio.** Trata de valores del saber que la población tiene sobre su territorio. En este taller participativo determina las necesidades de uso y atributos del territorio de cada área. En este taller se define la demanda actual de usos del terreno y el valor de importancia que presenta.
- **Inventario y Descripción de Áreas de la Comunidad.** Este taller tiene por objeto la ubicación y cuantificación de las diferentes áreas presentes en la comunidad mediante la elaboración de un mapa. Para el desarrollo de esta actividad se utilizaron cartas temáticas del INEGI en escala 1:50 000 y 1:250 000.
- **Experiencia Histórico-Organizativa.** En éste se trata de recrear la saga histórica de la formación del núcleo social. Aunque es importante el trabajo con todos los participantes, las aportaciones más abundantes provienen de las personas de mayor edad. Sin embargo, el objetivo principal es el de recrear para todos el valor de una visión actualizada acerca del valor de la identidad, de la autoestima personal y de la pertenencia al grupo social.

- **Zonificación Productiva.** Se establece la delimitación de áreas, nominadas por el ámbito cultural local y los atributos que poseen en los aspectos de: topografía, clima, vegetación, fauna, tipos de suelo, cuerpos de agua permanentes y temporales, usos de suelo, infraestructura de caminos, habitacional y de servicios, entre otros. La determinación de atributos se hace consultando dos fuentes: el saber tradicional y las fuentes convencionales de información disponible.

En el proceso de levantamiento de información se utilizó un método tradicional de puntos de muestreo aleatorios. En cada sitio de muestreo se inventarió la vegetación, se analizó el tipo de suelo y se georeferenciaron los mismos.

- **Cartografía Comunitaria.** Elaboración de cartas manualmente para facilitar el análisis visual de las variables ambientales asociadas al predio. El objeto de este ejercicio es el de concretar una carta de usos actuales del territorio con base en el uso que se le da.

- **Significado Económico de las Zonas.** Esta sesión es crucial, se trata de lograr la comprensión de los valores que tiene el territorio para la comunidad y que puede llegar a tener para la biosfera. A partir del inventario realizado se determinó el significado de utilidad de las especies de la flora y fauna locales, los tipos de suelo, las fuentes y corrientes de agua y los valores no tangibles, como el paisaje y el clima.

- **Determinación de Usos Destinos y Reservas.** Se elaboró una propuesta general de posibilidades de utilización de la tierra. En ésta se consideró además de los aspectos de productividad e impacto, las necesidades de utilización y las condiciones favorables o adversas a tal forma de uso, sus requerimientos y limitaciones.

Para el análisis de los aspectos socioeconómicos se utilizaron los datos del Censo General de Población y Vivienda de INEGI. La determinación de intangibles resultó de entrevistas personales entre rangos de población y de entrevistas colectivas.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Fisiografía

La comunidad de Achatán se localiza en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur en la subprovincia Sierra de la costa de Jalisco y Michoacán, en la región de la Sierra Baja Compleja, la cual consta de elevaciones con valles de aluvión estable, mezclados con barrancas que bajan de la sierra a la costa.

Topografía

Se observan pendientes que van desde las menores a 5 por ciento en las planicies del valle de Achatán y la zona conocida como el Llano o la Anona; pendientes mayores a 100 por ciento en parajes como El Picacho al este de la comunidad, el cual forma parte del cerro el Zoyate. Otra característica de la topografía del lugar la marca una laguna que se localiza al lado norte del Cordón Filo, dicha laguna intermitente se llama la Lagunilla, depresión del relieve que capta los escurrimientos del Zoyate durante los periodos húmedos del año.

Las principales elevaciones dentro del territorio de la comunidad son en el límite noreste, el cerro el Zoyate con 850 msnm; hacia el sureste el Picacho con 780 msnm y en el centro la cabecera de la Guayabillera con 340 msnm.

Clima

Su clima es tropical con lluvias en verano, la temperatura oscila entre 20.3 y 32.5 grados Celsius. El mes más húmedo es septiembre con 286.4 mm de precipitación media en 30 años; el mes más seco es abril con 1.5 mm de precipitación en promedio, en 30 años. La precipitación media mensual es de 93.92 mm. Según el Servicio Meteorológico Nacional, en la comunidad llueven 1,127.0 milímetros al año.

Hidrología

La comunidad se localiza dentro de la región hidrológica número 16 Armería Coahuayana (RH16); en la subcuenca del río el Naranjo que es subsidiaria de la cuenca del río Coahuayana. Debido a la naturaleza de los suelos de la comunidad que son de texturas medias, con porcentajes de arcilla considerables, el agua que captura la subcuenca se escurre fácilmente. Se forman dentro del territorio comunitario un total de cinco arroyos, conformados por 23 unidades de escurrimiento superficial, de estos arroyos los más importantes son el Arroyo Hondo, el Agua de los Caballos y el Agua Fría.

Geología

El territorio de la comunidad se divide en cuatro unidades geológicas. En el Llano se presenta un suelo de aluvión debido a los procesos erosivos de las formaciones del este como el cerro el Zoyate. Las mismas características se encuentran en el valle donde se localiza el núcleo de población. En la parte norte del territorio en la zona conocida como el Llano

se ubica una zona de 14 ha de rocas sedimentarias de arenisca y conglomerado. A lo largo del centro del territorio de este a oeste corre la tercera unidad geológica, abarca la exposición norte del cerro el Zoyate y todo el cordón Filo de la Laguna, unidad de rocas sedimentarias de tipo caliza asociada con rocas ígneas. En la exposición sur y suroeste del cerro el Zoyate se encuentra la unidad geológica número cuatro de rocas sedimentarias (caliza y lutita).

Edafología

De acuerdo con la clasificación de suelos realizada por la FAO-Unesco, en la comunidad existen cuatro unidades. La primera unidad se localiza a lo largo de la exposición norte del cerro el Zoyate, son suelos delgados y pedregosos, litosol asociado con rendzina de texturas medias. La segunda unidad es una asociación de regosol eutrítico, son suelos órgano minerales de color oscuro con alto contenido de bases, y feozem háplico de texturas medias. Las dos unidades de suelo restantes se localizan en las partes planas de la comunidad, el orden de suelo es el mismo para las dos partes, según el INEGI son de tipo Vertisol, en el llano de tipo pélico y en el valle de tipo crómico.

Vegetación

Selva mediana

El territorio de la comunidad es predominantemente forestal (selva mediana). La mayor parte del cerro el Zoyate se ocupa con este uso, con excepción de algunas

zonas de barbecho y zacateras como el paraje llamado cabecera de la guayabillera. Este uso ocupa aproximadamente 1,100 ha y se observa ligeramente alterado, la generalidad del sistema está marcada por la asociación de especies maderables como el cedro (*Cedrela odorata*), la rosa morada (*Tabebuia rosea*), la guayabilla (*Psidium guajava*) y la parota (*Enterolobium cyclocarpum*) con abundancia de cedro en la parte sureste y de guayabilla en la parte centro y noreste del cerro. Dentro del territorio de uso forestal se encuentran lunares de menos de un cuarto de hectárea que han sido desmontados en los últimos 10 años para agricultura; estas zonas de barbecho son abandonadas por lo que entran en un proceso de regeneración, el cual se aprecia con una vegetación de acahual o sucesión. Los barbechos y la ganadería trashumante representan el principal factor de perturbación dentro del territorio de uso forestal. En esta zona del territorio es donde se encuentra la mayor reserva de especies vegetales de la comunidad.

Las especies con importancia comercial que se observan en la comunidad se mencionan en el cuadro 1.

Cuadro 1
ESPECIES COMERCIALES DE ACHOTÁN

<i>Nombre científico</i>	<i>Nombre común</i>
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro rojo
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Parota
<i>Roseodendron donnell smithii</i>	Primavera
<i>Tabebuia rosea</i>	Rosa morada
<i>Swetenia macrophylla</i>	Caoba
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo

Fuente: Elaboración del autor con información recopilada en talleres de evaluación participativa, 2003.

La determinación del papel económico y ecológico de la especie dentro del ecosistema está en función de su valor de importancia, su valor de uso y el costo de aprovechamiento o conservación.

Valor de importancia: de las especies del estrato arbóreo de esta unidad con un diámetro mayor a 10 cm, predominando el cedro, la guayabilla y el higuerillo. Las especies más densas son el cedro, la guayabilla y el chilcahuite, con 13.6, 11.1 y 9.6 por ciento respectivamente, del total de la muestra. En este sentido, el cedro se mantiene como la especie con mayor densidad y dominancia relativas, seguido por la guayabilla. Por otro lado, especies como el cuirindo, rosamorada, ébano y el mangle con densidades relativamente bajas, presentan dominancias relativamente altas, lo cual significa un área basal superior con respecto a especies como el cuernillo, chilcahuite, guayabilla que presentan dominancia baja con respecto a sus densidades.

En función de estos datos se puede calcular el valor de importancia que refleja la viabilidad de las especies para ser extraídas del ecosistema sin alterarlo o poner en peligro la estabilidad del mismo; el valor de importancia se vuelve un índice para el manejo y la conservación del ecosistema.

De este modo se deduce que las especies que podrían ser extraídas del ecosistema sin alterarlo son el cedro, la guayabilla y el mojo, por ser los de mayor valor de importancia. Las densidades aproximadas por hectárea de las especies dominantes se presentan en el cuadro 2.

Valor de uso

Las especies vegetales que son importantes para la comunidad por su valor de uso en la vida cotidiana son diversas.

Cuadro 2
DENSIDAD APROXIMADA DE ESPECIES

<i>Especie</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Sítios de observación</i>	<i>Superficie (m)</i>	<i>Densidad (individuos/ha)</i>
Cedro	18	4	1,256.64	143.2
Chilcahuite	13	5	1,570.8	82.8
Cuirindo	4	2	628.32	63.7
Guayabilla	15	6	1,884.96	79.6
Higuerillo	8	3	942.48	84.9
Mangle	4	3	942.48	42.4
Minguel	3	3	942.48	31.8
Mojo	9	5	1,570.8	57.3
Rosa morada	2	2	628.32	31.8

Fuente: Elaboración del autor con información obtenida en muestreo.

El intercambio de productos, la comida en el campo, el alimento del ganado, la medicina tradicional, son formas de utilización de dichas especies que significarían autosuficiencia (véase cuadro 3).

Atorral

A nivel microregional la cadena montañosa de la cuál es parte el cerro el Zoyate forma una planicie a modo de hueco o suspensión de las formaciones fisiográficas. A dicho paraje se le conoce como el Llano o la Anona. Este paraje es un nicho ecológico constituido por matorral inerme y espinoso. Las especies que definen las características y funciones ambientales y económicas de esta zona del territorio son el Cuaxtecomate o Cirian y el Huizache. La especie dominante es el Cuaxtecomate con una densidad aproximada de 255 individuos por hectárea, con diámetros a la primera ramificación de 16.5 cm y alturas que van desde 3 a 6 metros aproximadamente. Las especies que comprenden esta comunidad se mencionan en el cuadro 4.

Cuadro 3
VALOR DE USO DE ESPECIES VEGETALES DE ACHOTÁN

<i>Especie</i>	<i>Estrato</i>	<i>Uso</i>	<i>Parte usada</i>	<i>Forma de uso</i>
Abillo	Arbóreo	Maderable	Tallo	Postes
Bejuco	Enredadera	Pesca	Tallo	Trampa para “chacales”
Caña de indio	Herbáceo	Medicinal	Tallo	Contra el “torzón de sangre”
Carricillo	Herbáceo	Pesca	Tallo	Trampa para “chacales”
Cedro	Arbóreo	Maderable	Tallo	Tablas
Chamizo	Arbustivo	Medicinal	Hoja	Infusión contra tumores
Chico corrioso		Medicinal		
Chilcahuite	Arbustivo	Maderable	Tallo	Morillos
Colomilla	Enredadera	Comestible		
Colomón	Epifita	Veterinario	Tallo	Antídoto para veneno de víbora
Cuajote	Arbóreo	Maderable	Tallo	Rejas
Cuaxtecomate	Arbóreo	Ganadero	Hoja/fruto	Forraje
Cuernillo	Arbóreo	Maderable	Tallo	
Espino monte	Arbóreo	Combustible	Tallo, ramas	Leña
Guasima	Arbóreo	Maderable	Tallo	
Guayabilla	Arbóreo	Maderable/ comestible	Tallo/fruto	
Maipaisillo	Arbóreo	Maderable	Tallo	Tejamanil
Minguel	Arbóreo	Comestible	Fruto	
Mojo	Arbóreo	Ganadero/ comestible		
Órgano	Herbáceo	Hoja/fruto Medicinal	Tallo cabello	Forraje/infusión cuidado del
Palo fierro	Arbóreo	Maderable	Tallo	Postes
Parotilla	Arbóreo	Maderable	Tallo	Postes
Rosa morada	Arbóreo	Maderable		
Tacuachín	Herbáceo	Comestible	Hoja, raíz	Tamales
Tescalama	Arbustivo	Maderable	Tallo	Rejas
Zacate	Herbáceo	Ganadero		Forraje
Vainillo	Arbóreo	Medicinal		Cáncer
Magüey de piedra	Herbáceo	Medicinal	Aguamiel	Tumores, golpes y cáncer

Fuente: Elaboración del autor con información recopilada en talleres de evaluación participativa.

Cuadro 4
ESPECIES DE LA UNIDAD DE MATORRAL

<i>Nombre común</i>	<i>Estrato</i>
Cuaxtecomate	Arbóreo
Huizache	Arbustivo
Cierrilla	Arbustivo
Vainillo	Arbustivo
Periquillo	Herbáceo
Palofierro	Arbóreo
Pitillo	Herbáceo
Zacate	Herbáceo
Tapaculo	Arbustivo
Nopal	Arbustivo

Fuente: Elaboración del autor con información recopilada en muestreo.

La ganadería es el uso que se le ha dado a este sistema por las características forrajeras de las especies que presenta en el estrato arbustivo y herbáceo.

Vegetación arbustiva

Dentro del territorio de Achotán se identifica una unidad de vegetación marcada por las densidades bajas de individuos de más de 15 m y la abundancia clara de especies de los estratos arbustivo y herbáceo. Esta unidad de vegetación refleja claramente el proceso de perturbación de los recursos naturales en Achotán debido al inadecuado manejo agropecuario. Una faceta más que se le considera vegetación arbustiva se localiza en la exposición norte del cerro el Zoyate, donde la definición se debe a motivos diferentes. Se deduce que en esta zona donde las pendientes son mayores a 50 por ciento las densidades de especies del estrato arbustivo son altas y las densidades de especies del estrato arbóreo son tan altas como en la selva mediana, sin embargo las tallas son menores. Esta diferencia en tallas no está determinada por factores antropogénicos como

en las facetas anteriores de esta misma unidad; la exposición noreste, el suelo Litosol, las obstrucciones de este tipo de suelo para el desarrollo óptimo del sistema radicular y el alto contenido de calcio ha disminuido la calidad del sitio de esta faceta. Las especies representativas de esta unidad de vegetación son por nombre común:

Hilo de oro	Chilcahuite
Riendilla	Abillo
Tronadora	Parotilla
Carricillo	Guasimilla
Achoque	Chicalote
Chamizo	Tacote blanco
Algodoncillo	Tacote amarillo
Guayacán	Tacote prieto
Guayabilla	Cebollin
Papelillo	Hiedra
Plata de león	Guasima

Pastizal inducido

A lo largo del límite este del territorio de Achatán existe un pastizal inducido conocido como la Zacatera de los Vargas, una porción amplia de terreno de desmonte para inducir el crecimiento de pastos para la crianza de ganado. Esta porción de terreno no pertenece a la comunidad de Achatán, pero sí refleja el avance de la frontera agropecuaria sobre la forestal en la región.

En este caso el conocimiento popular sobre la capacidad de uso del territorio ha marcado la diferencia. Las limitaciones del suelo sobre el cual se localiza esta unidad de vegetación hace difícil la conversión a agricultura después de los desmontes. Las facetas del territorio con pastizal se localizan en la mayor parte del cordón filo de la laguna o parajes conocidos por los comuneros como la Lagunilla, la cima del cerro el Zoyate y las partes bajas del mismo del lado sur.

En el cuadro 5 se presenta el resumen de la distribución de la vegetación en el terreno de la comunidad de Achatán.

Cuadro 5
SUPERFICIES DE LAS UNIDADES VEGETATIVAS

<i>Vegetación</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Porcentaje</i>
Matorral	446	24.74
Arbustiva	430	23.85
Selva mediana	521	28.34
Pastizal	251	13.92
Agrícola	165	9.15
Total	1,813	100.00

Fuente: Elaboración del autor con información recopilada en muestreo.

Fauna

De los recursos naturales de la comunidad de Achatán, los animales silvestres han resentido en mayor medida la falta de planeación en el desarrollo, además de las medidas carentes de sensibilidad y visión sistémica de los usuarios del territorio, sobre todo de la selva mediana.

La temperatura media de la zona, la altura sobre el nivel medio del mar, la precipitación y la geomorfología local se combinaron para formar nichos ecológicos a diversas especies de animales; las cuales con el tiempo se han visto amenazadas por el deterioro o disminución de su territorio. Animales como el ocelote, el tigrillo y quizá el gato montés habitaron en algún momento la mayor parte del cerro El Zoyate y se atrevían a bajar hasta el llano o el valle de Achatán, pero se perciben como un peligro para la vida, por ese motivo han sido depredados por los comuneros.

El comercio no ha sido un factor de depredación, el Valor de Cambio de las especies de animales no es alto para los comuneros. El número de especies, con un Valor de Uso significativo, es muy bajo.

La alta diversidad de especies no ha quedado reflejada en la lista de animales silvestres, el muestreo ha sido poco efectivo. El método que se usó fue el de transectos de observación, donde el medio de percepción ha sido el registro de huellas, excrementos, ruidos, nidos, avistamientos. La mayor parte de los nombres de las especies mencionadas fueron proporcionados por los comuneros. Los insectos, peces de ríos, crustáceos, anfibios, arácnidos y reptiles son poco reconocidos, lo cual no significa que sean menos importantes (véase cuadro 6).

Cuadro 6
VALOR DE USO DE LAS ESPECIES DE FAUNA EN ACHOTÁN

<i>Especie</i>	<i>Valor de uso</i>	<i>Valor de cambio</i>	<i>Forma de uso</i>
Venado	Medio	Nulo	Comestible
Iguana	Alto	Bajo	Comestible y comercio
Chachalaca	Bajo	Nulo	Comestible
Tejón	Medio	Medio	Comestible y medicinal
Armadillo	Alto	Bajo	Comestible y medicinal
Tlacuache	Bajo	Nulo	Medicinal
Jabalí	Medio	Nulo	Medicinal y comestible
Chacales	Alto	Alto	Comestible
Paloma	Medio	Nulo	Comestible
Cascabel	Medio	Nulo	Medicinal

Fuente: Elaboración del autor con información recopilada en talleres de evaluación participativa.

DIAGNÓSTICO DEMOGRÁFICO

Población

La comunidad de Achatán presenta una densidad de 100 a 250 habitantes por hectárea.

Para el análisis de la estructura demográfica de la comunidad de Ashotán se usó el método lineal de la Tasa de Crecimiento Medio Anual (TCMA) se trabajó con los datos de los dos últimos censos de población y vivienda efectuados por el Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI) para esta comunidad y el municipio de Coahuayana de Hidalgo.

Por medio de éste método se pudo obtener una estimación de la población total que se originará en Ashotán por el crecimiento social y por el crecimiento natural en los siguientes 20 años. La fórmula utilizada para calcular la TCMA con base en la población existente entre cada década transcurrida, es la siguiente:

$$TCMA = (PF/PI)^{1/10} - 1 \cdot 100$$

donde:

PF: Población Final
PI: Población Inicial

Una vez este resultado se obtiene la tasa de reproducción, cuya fórmula es:

$$TR = TCMA/100 + 1$$

donde:

TR = Tasa de Reproducción

Esta tasa de reproducción se multiplica con la población inicial del último censo que se realizó, o de la última década proyectada, obteniendo como resultado la población estimada que ha de tener lugar para la década posterior.

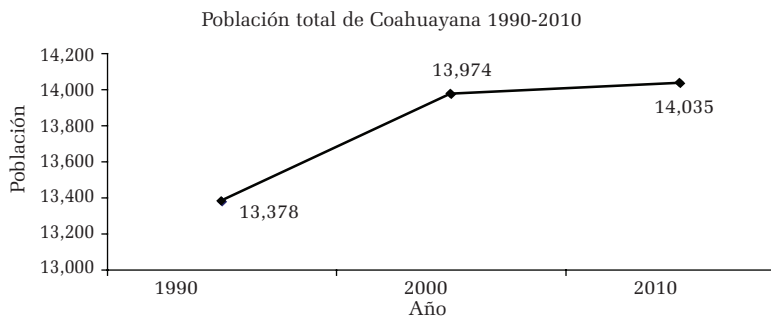
A nivel comunidad no existen registros censales sobre la población que existió en los años anteriores a 1990. Debido a la baja población de la comunidad de Ashotán, así como la

desigual evolución de su tasa de crecimiento que registró entre los años 1990 y 2000 se observó que su comportamiento no está propiciando un impacto considerable en el crecimiento urbano de la comunidad. El comportamiento de crecimiento demográfico que presenta la comunidad de Ashotán se comparó con el que está registrándose en el municipio Coahuayana de Hidalgo, por presentar características socioeconómicas similares a la comunidad.

Se efectuó una proyección demográfica a partir del año 1990 y hasta el 2020, con intervalos de 10 años y utilizando los datos disponibles en los censos realizados tanto en Ashotán como en el municipio. A partir de esta información se cruzaron los datos arrojados por el método TCMA, procurando establecer un margen de precisión confiable para nuestros fines.

Los resultados respecto al municipio de Coahuayana de Hidalgo, en la década de 1990 su población era de 13,378 habitantes, mientras que, en el 2000 se incrementó a 13,974 habitantes, observándose un reducido aumento de habitantes y creciendo tan sólo a una tasa de crecimiento media anual de 0.44 por ciento.

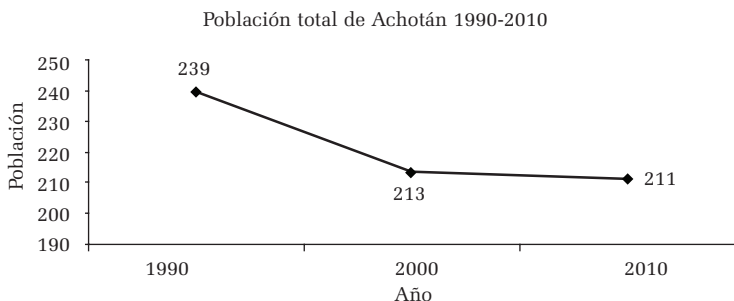
Figura 1
POBLACIÓN TOTAL DEL MUNICIPIO DE
COAHUAYANA DE HIDALGO, MICHOACÁN



Fuente: Elaboración del autor con base en datos del INEGI.

Respecto a la población de la comunidad de Ashotán para la década de 1990 fue de 239 habitantes, mientras que para el 2000 su población fue de 213 habitantes teniendo un decrecimiento de 26 personas. La localidad se desarrolló a una tasa de crecimiento de -1.15 por ciento.

Figura 2
POBLACIÓN TOTAL DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE ACHOTÁN



Fuente: Elaboración del autor con base en datos del INEGI.

De persistir el ritmo a la TCMA de la década anterior se estima que la población Ashotán llegará a ser en el año 2010 de 211 habitantes. Esta situación confirma una baja en el crecimiento poblacional con respecto al municipio.

La comunidad de Ashotán conserva similitud en la estructura de las edades de su población con la del municipio al que pertenece; su población es predominantemente joven, lo que indica que existe un potencial de población económicamente activa que a su vez demanda educación, empleos y vivienda.

A partir de los datos del presente análisis podemos obtener varios escenarios. Por un lado, como la tasa de crecimiento de Ashotán ha decrecido en relación con la del municipio, es evidente que existe una expulsión de población hacia otras ciudades, principalmente a Estados

Unidos de Norteamérica. A su vez, son pocas personas las que realizan algún tipo de estudios técnicos o profesionales en otras localidades vecinas, donde existen los centros de educación indicados, e incluso en la capital del estado o en otras ciudades.

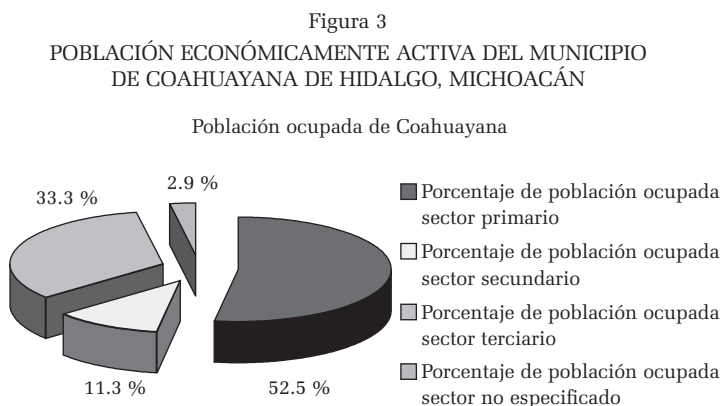
En suma, existe un crecimiento moderado de la población en ambos casos, entre otras causas, debido por un lado a las políticas de planificación aplicadas en el país. Sin embargo, otro factor que incide en la baja tasa registrada es la expulsión de población y la migración en general que se ha experimentado en todo el estado durante las últimas décadas, siendo uno de los que en mayor medida reflejan este fenómeno en comparación con el resto del país.

DIAGNÓSTICO ECONÓMICO

Este apartado tiene por objeto describir y evaluar algunos de los componentes, patrones y tendencias que han formado el desarrollo demográfico y socioeconómico predominante en el municipio de Coahuayana de Hidalgo y de la localidad de Ashotán. En general se trata de comprender cómo se han articulado en la región, la población, espacios y actividades productivas. La determinación de los factores económicos para el análisis de este apartado se hizo de acuerdo con los componentes económicos de la Población Económicamente Activa (PEA), con el fin de analizar la distribución de la población según su actividad predominante. Tanto en el municipio como en la localidad se encontró que los factores de distribución de población (dependiendo de sus actividades e ingresos) son más notables en aquellas poblaciones dedicadas a actividades primarias: agricultura, ganadería y caza; estos

tipos de actividades tienen población dispersa, sin embargo, pueden tener grandes concentraciones cuando el producto tiene un alto rendimiento. La PEA del municipio de Coahuayana de Hidalgo, Michoacán, en 2000 fue de 4,651 personas. El mayor número de personas ocupadas se encuentra en el sector primario (véase figura 3). Con respecto a la PEA de la comunidad de Achatán en 2000 fue de 56 personas. El mayor número de personas ocupadas se encuentra en el sector primario, es decir, 45 personas (véase figura 4).

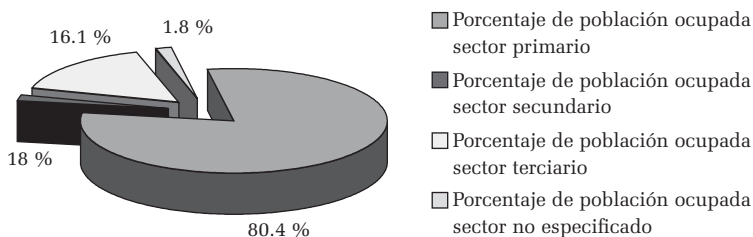
Comparando cada sector económico entre el municipio y la localidad de estudio, se tiene que en ambos casos predominan como actividades principales, aquellas relacionadas con el sector primario, aunque en el caso de Achatán, son ocho de cada 10 habitantes, mientras que en el resto del municipio, son casi seis de cada 10 habitantes. Destaca por supuesto que en el sector secundario y el terciario Coahuayana tiene una importancia relativa con respecto a la comunidad.



Fuente: Elaboración del autor con base en datos del INEGI.

Figura 4
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA
DE LA COMUNIDAD DE ACHOTÁN

Población ocupada de Achotán



Fuente: Elaboración del autor con base en datos del INEGI.

Sistemas de producción

Los sistemas de producción que se desarrollan en la comunidad están en estrecha relación con el uso de la tierra; los principales sistemas son maíz de temporal y riego, cultivo de papaya, ganadería de bovinos de doble propósito, y en el corto plazo van a iniciar con aprovechamiento forestal con fines comerciales. Este aprovechamiento se llevará a cabo en su bosque natural aplicando el programa de manejo, el cual aprobó recientemente la Semarnat.

Cultivo de papaya

De las actividades productivas que actualmente se desarrollan en la comunidad, el cultivo de papaya es el que genera mayores ingresos; sin embargo, es altamente demandante de agroquímicos y fuerza de trabajo, sobre todo para el control de plagas; esta situación la hace una actividad económicamente riesgosa porque cuando el precio del producto baja, lo convierte en una actividad poco

rentable para el productor. La variedad de papaya que cultivan es la *maradol*. Para establecer una plantación de papaya por lo general el productor compra la semilla e instala su vivero.

Cultivo de maíz

La gente de Ashotán cultiva el maíz por la tradición de comer tortilla, pero en términos económicos no es una actividad rentable, situación que se pudo demostrar haciendo el cálculo de costos. La producción de maíz está orientada básicamente al consumo familiar y esporádicamente se comercializan pequeños excedentes. Se cultiva principalmente maíz híbrido, la semilla que siembran la seleccionan de la cosecha anterior, es poca gente la que compra semilla. En ocasiones cultivan maíz elotero, los productores tienen la experiencia de que sus ingresos mejoran si el cultivo de maíz lo destinan a la producción de elote.

Maíz de riego

El sistema de producción es semimecanizado. La gente justifica el uso del arado como un método de control de plagas del suelo. De acuerdo con su conocimiento al voltear la tierra provocan la muerte de las plagas del suelo, también señalan que les es útil porque ahorran tiempo e invierten menor esfuerzo físico en la preparación del terreno. Existe un uso elevado de insecticidas y fertilizantes (sulfato de amonio o urea), la principal plaga que afecta el maíz es el gusano cogollero. Para combatir las plagas se hacen tres aplicaciones de insecticida, en ocasiones con una sola aplicación es suficiente. Es muy probable que exista un derroche en el uso de agroquímicos porque la gente desconoce las dosis exactas, se apli-

can de manera empírica bajo la propia racionalidad del productor.

La rentabilidad del cultivo de maíz de riego es nula, de acuerdo con el cálculo de costos realizado no se recupera la inversión hecha. En el cuadro 7 se muestra el análisis de costos para la producción de maíz de riego.

Maíz de temporal

El sistema de producción maíz de temporal se realiza en terrenos de ladera, denominado por la gente de Ashotán como barbecho (acahual); el productor le da a estos terrenos un periodo de descanso que va de 10 a 12 años. En el caso de este sistema de producción el campesino hace un menor uso de agroquímicos con respecto al sistema de riego; asimismo, es un sistema más diversificado, donde el campesino achotense cultiva más de dos especies.

Las actividades que comprende el cultivo de maíz bajo este manejo son: tumba, quema, siembra (con estaca), control de malezas (con herbicida), fertilización y cosecha.

El rendimiento es de 60 sacos por ha, 20 sacos equivalen a una tonelada. Las mazorcas de maíz sin hoja tienen una merma por el olote de 30 por ciento aproximadamente.

El campesino ha observado que el terreno responde para dos cultivos, un tercero casi no produce, por esta situación el suelo se deja descansar hasta por un periodo de 12 años. Cuando el monte es más denso se pueden cultivar hasta dos ciclos, cuando es un monte delgado sólo un ciclo.

El cultivo de maíz también le ha servido a la comunidad para cubrir la alimentación del ganado durante un periodo del año; una vez que se levanta la cosecha del maíz se introduce el ganado a la parcela para que se alimente con rastrojo, lo cual le da un valor excedente al sistema de producción.

Cuadro 7
 COSTOS E INGRESOS DEL CULTIVO DE MAÍZ DE RIEGO
 (Cálculo de costos para una hectárea)

<i>Actividad</i>	<i>Costo (\$)</i>
Preparación del suelo (arado, rastra y surcado)	1,350.00
Siembra (1 jornal)	100.00
Control de plagas (insecticida)	160.00
Aplicación de insecticida (1 jornal)	100.00
Fertilización (2 aplicaciones)	780.00
Aplicación de fertilizante (4 jornales)	400.00
Control de maleza (herbicida)	97.50
Control de maleza (1 jornal)	100.00
Riego (1 jornal)	100.00
Cosecha (12 jornales)	1,200.00
Flete para acarreo	300.00
Desgrane (se paga 150 por tonelada)	450.00
Inversión total	5,137.50
Ingresos (\$1500.00 ton)	4,500.00
Rendimiento 3 ton/ha	

Fuente: Elaboración del autor con datos proporcionados por el señor Salvador Castañeda Godínez.

Cuadro 8
 COSTOS E INGRESOS DEL CULTIVO DE MAÍZ DE TEMPORAL
 (Cálculo de costos para una hectárea)

<i>Actividad</i>	<i>Costo (\$)</i>
Preparación del suelo: tumba (12 jornales)	1,000.00
Guardarraya (1 jornal)	100.00
Quema (1 jornal)	100.00
Siembra (2 jornales)	200.00
Herbicida	130.00
1 jornal para control de herbicida	100.00
1 jornal control de maleza	100.00
Fertilización (sulfato de amonio)	344.00
1 jornal para fertilización	100.00
Cosecha (4 jornales)	400.00
Acarreo (8 jornales)	800.00
Desgrane (se paga 150 por ton)	450.00
Inversión total	3,824.00
Ingresos (\$1,500.00 ton)	3,150.00
Rendimiento (2.1 ton/ha)	

Fuente: Elaboración del autor con datos proporcionados por los señores Ramón Farías Ochoa y Fortunato Marmolejo Javier.

Ganadería

La ganadería de bovinos en la comunidad de Achatán como actividad productiva desempeña una función importante. El campesino de la comunidad, con el propósito de abastecer de alimento a su ganado durante todo el año lo traslada de un espacio a otro; durante los meses de mayo a julio mete ganado en la parcela donde cultiva maíz, de agosto a diciembre lo pastorea en el bosque. En el temporal lo traslada al terreno comunal y durante los meses de julio hasta diciembre lo lleva a la zacatera. En general, la gente posee hatos pequeños que de acuerdo con la información proporcionada no es negocio para ellos, lo ven como una alcancía que les da dinero para alguna emergencia familiar, porque pueden vender un animal y de allí cubrir sus necesidades inmediatas.

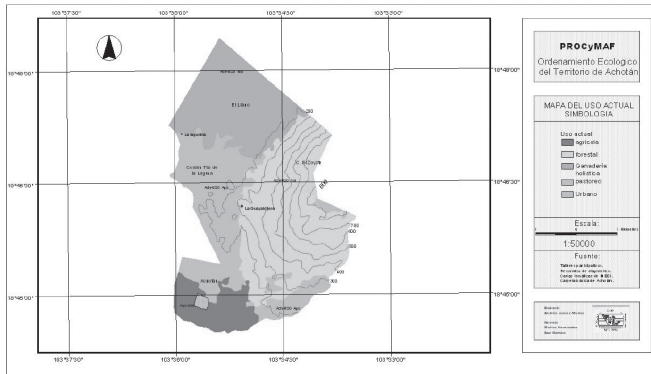
Uso actual del suelo

Según datos proporcionados por los comuneros en el proceso participativo, se identifican los siguientes usos del suelo: agrícola (maíz de riego y de temporal, y papaya principalmente), ganadero trashumante, forestal (llamado breña), zonas de acahual conocidas como *barbechos* y pastizales conocidos como *zacateras*.

Uso forestal

Es la porción mayor de terreno dentro de esta clasificación, se distribuye en el cerro El Zoyate principalmente, abarcando la parte de selva mediana y una faceta de vegetación arbustiva. El aprovechamiento forestal ha sido con fines domésticos, básicamente extracción de postes de maderas duras para el mantenimiento de las cercas. El mayor factor de perturbación ha sido la tala de pequeñas porciones para uso agrícola.

Figura 5
USO ACTUAL DEL SUELO DEL TERRITORIO DE ACHOTÁN



Fuente: Elaboración del autor con el uso del programa Arcview versión 3.2a.

Uso pecuario

A pesar de que los comuneros señalan que es una actividad poco rentable, la ganadería de bovinos de tipo extensiva ha permitido sostener la forma de vida en la comunidad. La mayoría de los comuneros ven a esta actividad como una práctica que les genera un ahorro para solventar alguna emergencia familiar. En ganadería de traspatio se cría ganado porcino y aves de corral.

Uso agrícola

Al igual que el uso pecuario, la agricultura de la comunidad ha sostenido la economía y permitido la conservación de la zona forestal. Es decir, por un lado la práctica agrícola ha determinado el cambio de uso del suelo de una considerable porción del territorio, por otro el desarrollo de la misma ha permitido a los comuneros conservar sus recursos naturales. Los cultivos principales de Achotán son la papaya y el maíz de riego y de temporal.

La zona de agricultura de riego en el valle es relativamente pequeña, es la agricultura en los desmontes la que ha originado el daño ambiental. Sin embargo, lo que preocupa en la comunidad no es la disminución de la cubierta vegetal del suelo en la zona de pendientes moderadas, sino la poca mecanización de la agricultura del valle, los costos elevados de producción en papaya y los bajos rendimientos por presencia de plagas.

En el cuadro 9 se muestra la diferencia entre los resultados obtenidos en superficies mediante el sistema de información geográfica y las superficies que en la comunidad se consideran como reales, comparado además, con la superficie que legalmente le pertenece a la comunidad de Ashotán de acuerdo con la resolución presidencial de 1999.

Cuadro 9
SUPERFICIE DE LA COMUNIDAD DE ACHOTÁN

<i>Uso actual (sic)</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Uso actual (comuneros)</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Dotación legal (ha)</i>
Agrícola	155	Maíz de riego	62	
		Maíz de temporal	50	
Ganadero	958	Proyecto holístico	440	
		Agostadero pegado al llano	30	
		Barbecho	100	
		Zacateras	250	
Forestal	690	Breña	1,100	
Urbano	10			
Total	1,813		2,032	1,570

Fuente: Elaboración del autor con el uso del programa Arcview, versión 3.2a y con datos proporcionados por los comuneros.

Con respecto al uso actual comunero son superficies que la gente de la comunidad dio de manera aproximada. También cabe señalar que en términos del conflicto agrario que

mantiene Ashotán con el ejido Santa María, existen 250 hectáreas que están en posesión de ejidatarios de este ejido.

Uso urbano

Particularmente son dos los aspectos que se analizaron: los residuos sólidos, es decir la basura, así como la calidad del agua de los canales y escurrimientos que cruzan el área urbana de la comunidad. El análisis de la contaminación del agua se realizó considerando las aguas superficiales. De acuerdo con las observaciones realizadas en el sitio, el agua superficial de Ashotán se usa directamente para la actividad agrícola a través de los ríos y canales (principalmente para el riego). De manera artificial existen dos represas dentro de los sistemas fluviales para su aprovechamiento en la irrigación: control de azolves y dotación de agua para consumo humano de los asentamientos vecinos a la comunidad.

La contaminación del agua que aqueja a la localidad se deriva principalmente por su exposición y contacto con diversos agentes agresores del medio ambiente y que afectan su calidad. Por un lado existen diversos puntos o lugares dentro del área urbana donde hay una acumulación de basura arrojada en sus cauces. Si bien no es significativa la magnitud de esta situación debido al bajo volumen de desechos sólidos generados, se debe prevenir una afectación mayor en el futuro.

Se detectó que la actividad pecuaria de la localidad que se efectúa en las inmediaciones de los canales de agua que cruzan al norte y al sur de la comunidad de Ashotán afecta su calidad. Esto se debe principalmente a que casi todos los pobladores de la comunidad poseen animales de traspatio y al no contar con un área específica para el manejo de la actividad porcina y avícola provocan un alto grado de contaminación a los canales de agua que fluyen dentro del núcleo urbano del poblado.

Existe contaminación de los canales de agua por desechos orgánicos. Esto se debe a la realización de labores relacionadas con el sacrificio de animales para el consumo familiar y su comercialización.

Por otro lado, la comunidad carece de un sistema de drenaje que desaloje las descargas de aguas negras y pluviales. Durante la temporada de lluvias estos escurrimientos se mezclan con los canales de agua existentes en el poblado y cuando las precipitaciones pluviales son intensas se generan inundaciones dentro del área urbana, trayendo como consecuencia afectaciones por acumulación de agua en las calles y al interior de las casas.

La mayoría de los habitantes de Ashotán se deshacen de su basura mediante la incineración que es realizada dentro de cada solar. No obstante, se identificaron ocho diferentes áreas de tiradero de basura, emplazándose el principal tiradero al sur de la población, ya que cuenta con la mayor cantidad de desechos sólidos, por lo que se pudo reconocer que la fuente principal de este abastecimiento es generado por aquellos habitantes que viven en la periferia de la comunidad. Uno de los agentes contaminantes más recurrentes que se encontraron en estos puntos fueron las botellas y envases de PET, además de diversos plásticos.

En consecuencia, al no contar la comunidad con sistemas adecuados para el manejo de los residuos sólidos, en un futuro pueden presentarse diversos problemas ecológicos, urbanos y de salud, mismos que en la actualidad existen de manera minimizada. Por un lado, el consecuente deterioro de la imagen urbana del lugar que la propia basura genera se complementará con la contaminación del agua. Particularmente, el canal sur que sirve a la vez como límite físico del poblado presenta la mayor incidencia de contaminación del agua por acumulación de desechos sólidos.

EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

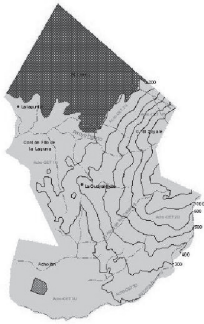
A continuación se presentan las ideas de proyectos que se proponen producto de los talleres de evaluación participativa, el trabajo de campo, la revisión documental y la propuesta de ordenamiento ecológico. Las propuestas son para cada una de las facetas del territorio que definen el orden de usos, destinos y reservas del territorio de Ashotán.

Usos, destinos y reservas

Faceta: Anona

Política: Sistema de producción pecuario con manejo holístico

Descripción:

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>		<i>Localización</i>	
Superficie	400 ha			
Parajes	La Anona, El Llano			
Geomorfología	Planicie			
Suelo	Vertisol pélico, textura gruesa			
Uso actual	Ganadería			
Vegetación	Matorral			
Estado de la vegetación	Regular			
<i>Rango de pendiente (grados)</i>	<i>Superficie (%)</i>	<i>Rango de pendiente (%)</i>		<i>Superficie (%)</i>
0-3	100	0-6.6		100
3-10	0	6.6-22.2		0
10-15	0	22.2-33.3	0	
15-22.5	0	33.3-50	0	
>22.5	0	>50	0	
<i>Variable</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Rango</i>	<i>Promedio</i>
Pendiente (%)	1.43	5.13	3.7	3.28
Altitud	175	200	25	187.5

Fuente: Elaboración del autor con el uso del programa Arc view, versión 3.2a

Uso propuesto: Ganadería con manejo integral

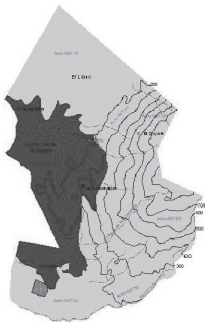
Líneas de acción:

- Establecimiento de pesebres con especies de *Leucaena* sp. o cirian
- Construcción de abrevaderos
- Manejo de pastos y control de malezas

Faceta: Lagunilla

Política: Sistema de producción silvopastoril con mejoramiento de forraje y conservación de suelos

Descripción:

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>		<i>Localización</i>	
Superficie	481 ha			
Parajes	La Lagunilla, Cabecera de la Guayabillera, El Aguacate			
Geomorfología	Cordón, barranca, "cuchilla"			
Suelo	Vertisol o Litosol y rendzina de textura gruesa y media respectivamente			
Uso actual	Pecuario			
Vegetación	Pastizal y arbustiva			
Estado de la vegetación	Alterada			
<i>Rango de pendiente (grados)</i>	<i>Superficie (%)</i>	<i>Rango de pendiente (%)</i>		<i>Superficie (%)</i>
0-3	6.67	0-6.6		6.67
3-10	30.00	6.6-22.2		30.00
10-15	33.33	22.2-33.3	33.33	
15-22.5	23.33	33.3-50	23.33	
>22.5	6.67	>50	6.67	
<i>Variable</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Rango</i>	<i>Promedio</i>
Pendiente (%)	2.14	100	97.86	2.14
Altitud	120	340	220	230

Fuente: Elaboración del autor con el uso del programa Arc View, versión 3.2a.

Uso propuesto:

Sistemas de producción silvopastoril

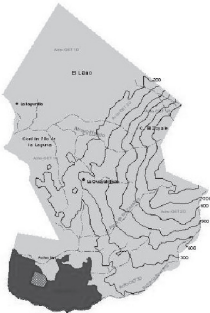
Líneas de acción:

- Programa de rehabilitación de pastizales
- Construcción de abrevaderos
- Proyecto para construir “bancos de proteína”
- Elaboración de bloques de forraje

Faceta: Valle

Política: Producción agrícola y pecuaria (ganado menor) con prácticas sustentables

Descripción:

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>		<i>Localización</i>	
Superficie	166 ha			
Parajes	Achotán, Las Cortinas, El Valle			
Geomorfología	Planicie			
Suelo	Vertisol crómico de textura gruesa			
Uso actual	Agropecuario			
Vegetación	Agrícola			
Estado de la vegetación	Regular			
<i>Rango de pendiente (grados)</i>	<i>Superficie (%)</i>	<i>Rango de pendiente (%)</i>	<i>Superficie (%)</i>	
0-3	100	0-6.6	100	
3-10	0	6.6-22.2	0	
10-15	0	22.2-33.3	0	
15-22.5	0	33.3-50	0	
>22.5	0	>50	0	
<i>Variable</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Rango</i>	<i>Promedio</i>
Pendiente (%)	2.43	3.27	0.84	2.85
Altitud	120	140	20	130

Fuente: Elaboración del autor con el uso del programa Arc View, versión 3.2a.


Uso propuesto:
 Agropecuario sostenible
 Líneas de acción:

- Establecimiento de un vivero agroforestal
- Prácticas de conservación de suelos en los sistemas agrícolas
- Módulo de vermicompostaje
- Producción de hortalizas en camas biointensivas

Faceta: Agua Fría

Política: Recuperación a través de sistemas de producción sustentables

Descripción:

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>		<i>Localización</i>	
Superficie	076 ha			
Parajes	El Tamarindo, Barranca Agua Fría			
Geomorfología	Ladera, barranca			
Suelo	Regosol eutrítico, Litosol, feozem háplico de textura media			
Uso actual	Agrícola y pecuario			
Vegetación	Pastizal y arbustiva			
Estado de la vegetación	Irregular			
<i>Rango de pendiente (grados)</i>	<i>Superficie (%)</i>	<i>Rango de pendiente (%)</i>		<i>Superficie (%)</i>
0-3	3.33	0-6.6		3.33
3-10	60.00	6.6-22.2	60.00	
10-15	26.67	22.2-33.3	26.67	
15-22.5	6.67	33.3-50	6.67	
>22.5	33.33	>50	3.33	
<i>Variable</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Rango</i>	<i>Promedio</i>
Pendiente (%)	6.67	66.7	60.03	36.69
Altitud	150	350	200	250

Fuente: Elaboración del autor con el uso del programa Arc View, versión 3.2a.

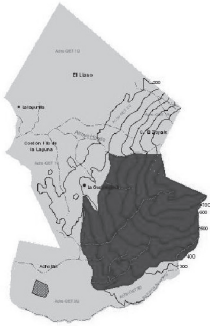
Uso propuesto: Sistemas de producción agrosilvopastoril
 Líneas de acción:

- En el corto plazo establecimiento de módulos para la producción agrosilvopastoril
- Cultivo de frutales y especies maderables y no maderables en el mediano plazo
- En el largo plazo sistemas agrosilvopastoriles

Faceta: Picacho

Política: Aprovechamiento forestal con manejo

Descripción:

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>		<i>Localización</i>	
Superficie Parajes	511 ha Picacho, hoya El Limón, Cabecera de la Guayabillera, Agua de la Parota Herrada, Agua de Orozco			
Geomorfología	Ladera, barranca, cerro			
Suelo	Regosol eutrico, feozem háplico, Litosol, rendzina			
Uso actual	Forestal y pastoreo trashumante			
Vegetación Estado de la vegetación	Selva mediana subcaducifolia Regular			
<i>Rango de pendiente (grados)</i>	<i>Superficie (%)</i>	<i>Rango de pendiente (%)</i>	<i>Superficie (%)</i>	
0-3	6.67	0-6.6	6.67	
3-10	50.00	6.6-22.2	50.00	
10-15	20.00	22.2-33.3	20.00	
15-22.5	10.00	33.3-50	10.00	
>22.5	13.33	>50	13.33	
<i>Variable</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Rango</i>	<i>Promedio</i>
Pendiente (%)	3.33	181.8	178.47	92.57
Altitud	160	840	680	500

Fuente: Elaboración del autor con el uso del programa Arc View, versión 3.2a.

Uso ropuesto: Forestal con manejo

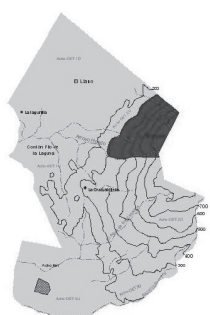
Líneas de acción:

- Servicios ambientales
- Manejo de la selva
- Aprovechamiento de plantas medicinales

Faceta: Zoyate

Política: Reserva forestal

Descripción:

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>		<i>Localización</i>	
Superficie	129 ha			
Parajes	Boca del arroyo hondo, El Zoyate			
Geomorfología	Ladera			
Suelo	Litosol y rendzina de textura media			
Uso actual	Forestal			
Vegetación	Selva baja y arbustiva			
Estado de la vegetación	Regular			
<i>Rango de pendiente (grados)</i>	<i>Superficie (%)</i>	<i>Rango de pendiente (%)</i>		<i>Superficie (%)</i>
0-3	0.00	0-6.6	0.00	
3-10	25.00	6.6-22.2	25.00	
10-15	37.50	22.2-33.3	37.50	
15-22.5	21.88	33.3-50	21.88	
>22.5	15.63	>50	15.63	
<i>Variable</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Rango</i>	<i>Promedio</i>
Pendiente (%)	14.29	200	185.7	107.2
Altitud	290	760	470	525

Fuente: Elaboración del autor con el uso del programa Arc View, versión 3.2a.

Uso propuesto: Reserva forestal

Líneas de acción:

- Servicios ambientales: captura de CO₂, recarga de acuíferos, paisaje, conservación de flora y fauna
- Módulo de investigación campesina

Faceta: Colectivo

Política: Aprovechamiento y revegetación

Descripción:

<i>Elemento</i>	<i>Descripción</i>		<i>Localización</i>	
Superficie	47 ha			
Parajes	El Colectivo			
Geomorfología	Ladera, planicie,			
Suelo	Litosol, rendzina de textura media y Vertisol pélico de textura gruesa			
Uso actual	Forestal y pecuario			
Vegetación	Matorral y arbustiva			
Estado de la vegetación	Regular			
<i>Rango de pendiente (grados)</i>	<i>Superficie (%)</i>	<i>Rango de pendiente (%)</i>		<i>Superficie (%)</i>
0-3	0.00	0-6.6		0.00
3-10	30.95	6.6-22.2		30.95
10-15	30.95	22.2-33.3	30.95	
15-22.5	28.57	33.3-50	28.57	
>22.5	9.52	>50	9.52	
<i>Variable</i>	<i>Mín.</i>	<i>Máx.</i>	<i>Rango</i> <i>Promedio</i>	
Pendiente	7.41	66.7	48.29 37.1,	
Altitud	200	290	90 245	

Fuente: Elaboración del autor con el uso del programa Arc View, versión 3.2a.

Uso propuesto: Forestal

Líneas de acción:

- Aprovechamiento de postes, horquetas y tutores
- Reforestación con especies nativas que satisfagan ese fin

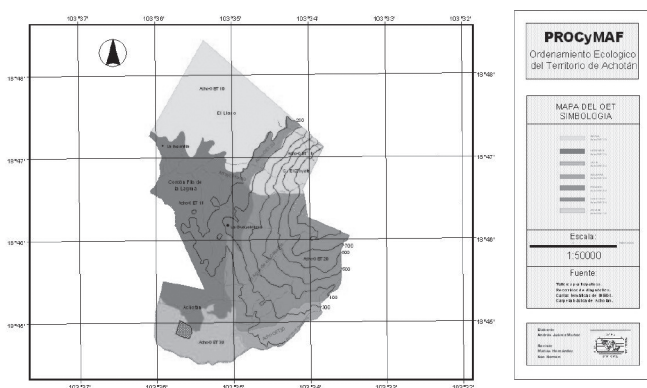
Plan de acciones

El ordenamiento se presenta como un programa de Desarrollo Sustentable para la comunidad. En este caso no se tiene claramente identificadas las instancias de interlocución para que el programa sea apoyado y se ponga en marcha. Esta fase corresponde a la etapa de Instrumentación y Gestión.

Cada una de las ideas presentadas sobre las políticas de ordenamiento se pueden instrumentar en un corto, mediano o largo plazo. El éxito de cada una de las propuestas y sus derivados depende de la capacidad de gestión de la comunidad y sus asesores técnicos, así como de la capacitación previa de grupos de trabajo, no se puede hacer algo que no se conoce.

En la figura 6 se aprecia de manera gráfica e integrada la propuesta de ordenamiento ecológico para la comunidad de Ashotán, elaborada en forma participativa entre los comuneros y el equipo técnico profesional de asesores. En esta propuesta quedan asentadas cada una de las facetas que anteriormente fueron descritas para el manejo sustentable de las diferentes áreas de usos, destinos y reservas definidas para el territorio que conforma la comunidad de Ashotán.

Figura 6
 PROPUESTA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO
 DE LA COMUNIDAD DE ACHOTÁN



Fuente: Elaboración del autor con el uso del programa *Arc View*, versión 3.2a.

Finalmente, de manera resumida se presentan cada una de las propuestas que se generaron producto del ordenamiento ecológico de la comunidad.

<i>Nombre del proyecto</i>	<i>Política de ordenamiento</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Problema que resuelve</i>
Rehabilitación de potreros	Destinos y usos	Incrementar la calidad de la pastura para el ganado	Avance de hierbas y malezas que no son funcionales para la ganadería en los terrenos de pastoreo Sobrepastoreo
Construcción de abrevaderos	Destinos y usos	Almacenar agua de lluvia y escurrimientos intermitentes que permitan el uso de la zona de pastoreo en la época de estío	La falta de infraestructura para retener el agua limita la producción de ganado
Producción de forraje	Destinos y usos	Establecer bancos de proteína para alimento de ganado vacuno Elaborar bloques de forraje mezclando especies forrajeras locales y fuentes complementarias	Disminución de la productividad por la escasez de forrajes Falta de suplementos y complementos alimenticios para el ganado
Estudio para Servicios Ambientales	Destinos y reserva	Analizar las posibilidades del territorio para proporcionar servicios ambientales Generar una propuesta para cada servicio (agua, carbono, ecoturismo, conservación de flora y fauna) Desarrollar actividades de ecoturismo	Mal manejo de la biota

(Continuación)

<i>Nombre del proyecto</i>	<i>Política de ordenamiento</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Problema que resuelve</i>
Manejo de No maderables	Usos	Utilizar las especies de plantas y animales Manejo de plantas con fines de medicina tradicional Producción de postes, horquetas y tutores Diversificación productiva	Falta de empleo Pérdida del conocimiento tradicional sobre el uso de las plantas medicinales Sobreexplotación
Reforestación	Destinos	Regeneración de áreas degradadas Fomento de la cultura forestal	La disminución de arbolado de especies nativas de importante valor ecológico y económico
Vivero agroforestal	Usos y destinos	Establecer en la comunidad un vivero de plantas maderables y no maderables de importancia económica y ecológica	Pérdida de especies nativas. Falta de plantas para reforestar Escasez de empleo

Prácticas de conservación de suelos	Usos prioritarios	Fomentar las prácticas agrosilvopastoriles	Pérdida de fertilidad Erosión Compactación
		Mejorar el contenido de materia orgánica, estructura, humedad y limpieza de los suelos de uso agrícola	Pérdida de la capacidad de autosuficiencia alimenticia al interior de la comunidad
Producción de vermicomposta	Usos prioritarios	Aprovechamiento de residuos orgánicos generados en la comunidad	
		Establecimiento de camas biointensivas para la producción de hortalizas	Degradación de áreas agrícolas y ganaderas
Producción agrosilvopastoril	Destinos	Uso del suelo con fines múltiples con prioridad en las áreas de ladera	

Fuente: Elaboración del autor de con resultados del Sistema de Información Geográfica y talleres de evaluación participativa.

CONCLUSIONES

El ordenamiento ecológico del territorio es un proceso de planeación dinámico, que requiere de su constante revisión y adecuación.

La participación de los diferentes actores de la población que integran la comunidad es básica para los estudios de ordenamiento ecológico, porque es la gente de la comunidad quien conoce mejor que nadie sus recursos y problemas, y por tanto son ellos quienes pueden generar las propuestas que respondan a sus necesidades concretas y reales de desarrollo.

El manejo del sistema de información geográfica es una herramienta si no imprescindible, sí necesaria para los estudios de ordenamiento ecológico del territorio.

Generar cambios de uso del suelo no es tarea fácil; la gente está acoplada a ciertos patrones de producción, cambiarlos muchas veces resulta difícil por la falta de políticas públicas que respondan a nuevos esquemas de producción, como es el caso de la Sagarpa que cuenta con un programa para proyectos de producción alternativa.

El ordenamiento ecológico del territorio como proceso de planeación, además de buscar el uso ordenado de los recursos naturales, debe servir para fortalecer la identidad rural, el amor por el trabajo a la tierra, dignificar la vida del campesino y generar conciencia sobre la necesidad de establecer medidas y prácticas alternativas para un mejor aprovechamiento de los recursos naturales que se traduzca en beneficios sociales y económicos de la población que los protege.

BIBLIOGRAFÍA

- CEDEMUN, “Los municipios del estado de Michoacán”, *Enciclopedia de los municipios de México*, México, Secretaría de Gobernación, 1988.
- CONAPO, *Indicadores socioeconómicos e índice de marginación municipal*, México, 1990.
- INE, *Ordenamiento general del territorio. Memoria técnica 1995-2000*, México, Semarnap, 2000.
- INEGI, *Censo Ejidal y Agrícola del Estado de Michoacán*, México, 1990.
- , *Michoacán: Resultados definitivos, tabulados básicos*, XI Censo General de Población y Vivienda, México, 1990.
- , *Michoacán: Resultados definitivos, datos por localidad*, XII Censo General de Población y Vivienda, México, 2000.

Sustentabilidad y políticas públicas en la planeación municipal

César Adrián Ramírez Miranda

INTRODUCCIÓN

Los magros resultados sociales obtenidos en América Latina durante la segunda mitad del siglo pasado bajo la expectativa de la modernización, constituyeron el más fuerte cuestionamiento a una visión tecnocrata y economicista del desarrollo, surgida con la reestructuración capitalista de la posguerra y agotada con la misma crisis del fordismo. Sin embargo, la puesta en escena del discurso de la sustentabilidad, cada vez más común en las formulaciones de política pública, no significa aún la erradicación del desarrollismo en nuestros países, en tanto visión arraigada profundamente en el imaginario de la clase política y en gran medida en las expectativas de la población.

El episodio del fallido megaproyecto aeroportuario para la Ciudad de México, en terrenos de los municipios de Atenco, Texcoco y Chimalhuacán, puso de manifiesto la capacidad de resistencia de la población local frente a la que en su momento fue la principal iniciativa económica del sexenio foxista, pero también la implantación del discurso de la sustentabilidad entre los diversos actores políticos, estu-

vieran éstos a favor o en contra del citado proyecto.¹ Una vez que el megaproyecto fue cancelado por el gobierno federal, se hizo patente en las comunidades y los espacios de la región la urgencia de una ruta alternativa para el desarrollo. Esta ruta debería romper con la vertiente tradicional de la urbanización y la industrialización, para sustentarse en los recursos ambientales y culturales de una región ya incorporada a la dinámica de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) e integrada por siete municipios, con una población de 321,000 habitantes y una superficie de 727.3 kilómetros cuadrados.

La región Atenco-Texcoco tiene como centro rector a la ciudad de Texcoco y como eje al municipio del mismo nombre, donde se concentra la mayor parte de la población y de las actividades económicas de la región. Ello confiere a Texcoco una posición estratégica en la construcción de una ruta hacia el desarrollo sustentable, misma que se fortalece con la presencia de importantes instituciones de investigación y educación superior, entre las que destaca la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), pero sobre todo por el hecho de que las autoridades municipales se han comprometido en esa tarea. De esta manera sustentabilidad y políticas públicas son dos vectores que concurren en el municipio de Texcoco, a propósito de la elaboración del *Plan de Desarrollo Municipal 2003-2006*, elaborado por un equipo interdisciplinario de la UACH articulado en el Centro Interdisciplinario de Investi-

¹Entre los principales argumentos de quienes se opusieron a la construcción del aeropuerto se señalaba el impacto ambiental negativo sobre la región, no sólo sobre la fauna silvestre y migratoria, sino especialmente sobre los recursos hidrológicos y los usos agropecuarios del suelo; en contraparte, el Gobierno del Estado de México y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes llegaron a promocionar el megaproyecto como “un proyecto ecológico que incluye un aeropuerto”.

gación y Servicio para el Medio Rural (CHISMER). El postulado general que sustenta el citado plan es que la región Atenco-Texcoco puede construir un modo de desarrollo alternativo basado en la creación de una relación virtuosa con la Ciudad de México, a partir del aprovechamiento pleno de sus recursos y el fortalecimiento de las actividades agrícolas, sobre la base de la participación social y la identidad regional.

Esta propuesta para el desarrollo regional se materializa en cuatro orientaciones:

1. Crear la puerta ecológica de la Ciudad de México.
2. Crear un Polo Científico, Tecnológico y Humanístico;
3. Crear un Polo Ecoturístico y Cultural.
4. Consolidar el liderazgo regional de Texcoco y convertirlo en un prototipo de administración municipal.

Las posibilidades de concretar esta propuesta dependen en gran medida de que el proyecto consolide una amplia participación social y constituya una base financiera para el avance de sus proyectos estratégicos; pero también dependerá de que el proceso de fortalecimiento municipal avance y que la estructura institucional de planeación no se convierta en un obstáculo para iniciativas que rompen con la tradición desarrollista.

UNA GOLONDRINA NO HACE VERANO,
¿PUEDE UN MUNICIPIO HACER SUSTENTABILIDAD?

Una panorámica de la situación que guardan los municipios en la escena nacional abonaría hacia una respuesta negativa para esta interrogante, pues:

los gobiernos locales en México no han desempeñado el papel que les corresponde debido a su debilidad institucional, la carencia de recursos económicos, la fragilidad de sus estructuras administrativas, y la ausencia de recursos humanos profesionales y suficientemente capacitados para la función gubernamental. [...] esta condición estructural de precariedad del municipio mexicano es resultado de un sistema político que se ha caracterizado por su centralismo y verticalidad en la forma de conducción de los asuntos de gobierno y por un desprecio hacia los municipios, considerándolos instancias prácticamente minusválidas para la función gubernamental (Cabrero, 2003).

Pese a lo anterior, existen elementos que permiten documentar un razonable optimismo en torno a la misma interrogante, debido no sólo a los importantes recursos territoriales del municipio de Texcoco, sino sobre todo por su posición estratégica dentro de la ZMCM que permite emprender las tareas de restauración ecológica desde la perspectiva de empezar a encarar algunos de los principales problemas de la Ciudad de México.

Adicionalmente debe considerarse que en la región Atenco-Texcoco existe una fuerte expectativa social que establece condiciones favorables para la construcción de una propuesta alternativa de desarrollo sustentada en los recursos ambientales y culturales, como soporte de nuevas actividades económicas que logren generar empleos remunerativos para una población en expansión. Sin embargo, para que el gobierno municipal logre desempeñar un papel protagónico en este proceso de transformación regional, será necesario enfrentar un conjunto de problemas que limitan el accionar de los municipios en nuestro país, como son: la fragilidad del marco normativo, la persistencia de sistemas administrativos obsoletos, la precariedad de los

sistemas de gestión de los servicios públicos municipales y la falta de profesionalización de los funcionarios municipales; pero sobre todo, la ausencia de sistemas de planeación municipal que den una visión de mediano y largo plazo al desarrollo urbano y ambiental de cada municipio, así como la falta de instrumentos de gestión para incorporar una visión integral del desarrollo local, que permita concebir al municipio como un agente promotor del desarrollo y parte de un proyecto regional, con actores diversos y recursos a la vez complementarios y en competencia, entre regiones del país (Cabrero, 2003). En esta perspectiva es que resulta alentadora la experiencia del municipio de Texcoco, pues su Plan de Desarrollo Municipal 2003-2006 se conceptualiza como un instrumento para concretar una visión estratégica de transformación regional y establecer los mecanismos para avanzar en dicho propósito; aún más, este plan tiene como soporte tres subproyectos de investigación, producto de un año de actividades dirigidas a establecer la perspectiva teórica y metodológica sobre las cuestiones del desarrollo regional, así como a conformar un conocimiento previo sobre la región y su problemática.

Cada uno de los citados subproyectos cumple el propósito de mostrar los mecanismos para movilizar los diferentes recursos de la región hacia un programa de desarrollo. No sólo los recursos ambientales y relacionados con las actividades primarias, sino también los recursos culturales e identitarios, así como aquellos que se derivan de la localización de la región y su cercanía con la Ciudad de México. Con base en lo anterior, podemos hablar de una propuesta de desarrollo alternativa, no sólo porque significa una ruta distinta a la del cancelado proyecto aeroportuario, sino también porque trata de construirse desde la perspectiva de la sustentabilidad, con base en la más amplia

participación social, a través de una nueva relación con el entorno metropolitano y desde una perspectiva regional verdaderamente interdisciplinaria.

LOS PROBLEMAS DE LA REGIÓN ATENCO-TEXCOCO Y LA ZMCM

La región Atenco-Texcoco, integrada por los municipios de Atenco, Chiautla, Chiconcuac, Papalotla, Tepetlaoxtoc, Texcoco y Tezoyuca, comparte una historia común y un mismo desafío. Su perfil paisajístico expresa la existencia de importantes recursos ambientales, tanto como su perfil ocupacional refleja el debilitamiento de su base productiva. Toda vez que la región es una construcción social e histórica, y al mismo tiempo una construcción metodológica, es importante hacer énfasis en las características que identifican al municipio de Texcoco con la región referida. Por ello, resulta significativo que esta misma región sea el área de trabajo del Consejo de Desarrollo Rural Sustentable Texcoco, constituido el 2 de julio de 2002; desde otra perspectiva, para el Gobierno del Estado de México, esta región es la Región VII y se corresponde con la organización en distritos de desarrollo rural.

En esta región, en la que Texcoco deberá jugar un papel protagónico como vector de cambio, la amenaza de la urbanización desordenada no quedó cancelada con la ruina del megaproyecto aeroportuario, pues dicha amenaza es producto de dos décadas de neoliberalismo que han empujado a la población alrededor de las grandes urbes, en la búsqueda de ingresos que actualmente no proveen la agricultura, la industria o los sectores formales de la economía; por ello es necesario un valladar más firme que con-

tenga la urbanización de una región que hasta ahora ha sido salvaguardada por la presencia de actividades agropecuarias y la existencia de instituciones de enseñanza e investigación agrícola, así como por el *Plan Lago* y los trabajos de recuperación que en tres décadas lograron disminuir las tolvaneras que sufría la capital del país. De esta manera, el crecimiento urbano desordenado, que en las décadas anteriores flanqueó esta región, desde la ruta Chalco-Los Reyes, hasta la Ecatepec-Lechería, constituye un cinturón de subempleo sobre la Ciudad de México, que a su vez ejerce una presión sin precedente sobre los recursos naturales de la región y amenaza con el colapso a la propia capital del país. El hecho de que la Ciudad de México vea amenazada su subsistencia y pague las consecuencias de un crecimiento concentrado y polarizador, se constituye ahora en una de las principales oportunidades para el municipio de Texcoco. En efecto, el municipio puede ser un espacio para empezar a resolver algunas de las deseconomías acumulativas que acercan a la gran urbe a su colapso, en tanto se presentan en los costos de extracción y consumo de agua, en la cobertura del drenaje y la generación de desechos sólidos; en la insuficiencia del equipamiento urbano y el transporte público, en la contaminación ambiental y, por supuesto, en el patrón de uso del suelo (Rocha, 2001).

El hecho es que, aun sin aeropuerto, la región Atenco- Texcoco vive actualmente un conjunto de problemas relacionados con la pérdida de centralidad de las actividades rurales y la acelerada urbanización de su territorio. Todavía a finales de los setentas la región formaba parte de una cuenca lechera que abastecía a la Ciudad de México; sin embargo, el deterioro generalizado de la rentabilidad agropecuaria en los ochentas, posibilitó que los agricultores

fueran cediendo terrenos ante la presión de los constructores y los especuladores inmobiliarios para cambiar el uso agrícola por el habitacional, lo que generó posibilidades de residencia a núcleos poblacionales de otros municipios del Estado de México, como Coacalco, Tultitlán, Nezahualcóyotl, así como de colonias populares del Distrito Federal. Por ello, en 1990 la población inmigrante, estimada en 34,252 habitantes, representaba una cuarta parte de los habitantes del municipio de Texcoco; entre ellos, 41 por ciento era procedente del Distrito Federal (Plan de Desarrollo Municipal 2000-2003). Actualmente la ZMCM es la región más poblada del país con 17.8 millones de habitantes, 48 por ciento en el Distrito Federal y 52 por ciento en los municipios conurbados, representando 18 por ciento del total nacional. En los municipios conurbados 84 por ciento de la población tiene menos de 39 años, y se estima que para el año 2110 la ZMCM tendrá entre 28 y 31 millones de habitantes.

Como puede apreciarse, la ZMCM en la cual se inserta la región Atenco- Texcoco, vive un intenso proceso de cambio económico y demográfico. Pero este cambio es aún más

Cuadro 1
POBLACIÓN Y TASA DE CRECIMIENTO, 1990-2000, NACIONAL Y ZMCM
(Millones de habitantes)

	<i>Población</i>			<i>Tasa de crecimiento</i>		
	<i>1990</i>	<i>1995</i>	<i>2000</i>	<i>1990-1995</i>	<i>1995-2000</i>	<i>1990-2000</i>
México	81.2	91.2	97.4	2.1	1.6	1.8
ZMCM	15.1	16.8	17.8	1.9	1.4	1.6
• Distrito Federal	8.2	8.5	8.6	0.5	0.3	0.4
• Municipios conurbados	6.9	8.3	9.2	3.3	2.4	2.9

Fuente: INEGI, con base en el *XI Censo General de Población y Vivienda, 1990, Censo de Población y Vivienda, 1995 y XII Censo General de Población y Vivienda, 2000.*

Cuadro 2
POBLACIÓN DE LA REGIÓN ATENCO-TEXCOCO, 2000
(Miles de habitantes)

	Población	Tasa de crecimiento media anual		
		1990-1995	1995-2000	1990-2000
México	97,361.7	2.1	1.6	1.8
ZMCM	17,786.9	1.85	1.37	1.64
• Distrito Federal	8,591.3	0.54	0.28	0.43
• Municipios conurbados	9,195.6	3.32	2.44	2.94
Estado de México	13,096.6	-	-	2.95
Región	321.0			
• Atenco	34.4	5.05	4.94	5.00
• Chiautla	19.6	2.11	3.91	2.88
• Chiconcuac	17.9	1.54	3.61	2.43
• Papalotla	3.5	4.14	3.47	3.85
• Tepetlaoxtoc	22.7	3.33	3.75	3.51
• Texcoco	204.1	3.80	3.88	3.83
• Tezoyuca	18.8	5.00	3.25	4.24

Fuente: Elaboración con base en INEGI, *XII Censo General de Población y Vivienda*, 2000.

acelerado en la región Atenco-Textcoco, pues en los municipios que la conforman el crecimiento poblacional fue mayor aún al del promedio de los municipios conurbados (véase cuadro 2).

Los datos expresan que el Distrito Federal (D.F.) se ha convertido en expulsor de población y de la industria manufacturera, para especializarse en las actividades comerciales y de servicios, mientras que en los municipios conurbados radica casi 70 por ciento de la población del Estado de México, estimándose que en el 2010 la población de estos municipios metropolitanos se incrementará en ocho millones de habitantes más. Así, en el D.F. se ha concentrado 65 por ciento de las actividades comerciales, de servicios y de equipamiento urbano determinando que 50 por

ciento de los viaje/pasajero/día, aproximadamente 10 millones de viajes, en los municipios conurbados sean de conexión con el Distrito Federal. De esta manera, la construcción de un programa de desarrollo alternativo para la región se justifica por la necesidad de revertir un proceso de debilitamiento o fragilización regional que se manifiesta en todas las dimensiones de la vida social. La fragilización ecológica de la región se expresa en los procesos de deforestación y erosión de la parte alta de la cuenca, en el abatimiento del manto freático y en la contaminación de los ríos, así como en la pérdida de terrenos agrícolas y en la erosión eólica. La interrupción del ciclo hidrológico, que contribuye al hundimiento de la Ciudad de México, sintetiza la problemática ecológica de esta región y señala al agua como uno de los principales recursos en disputa entre la población rural y urbana local. Así, en Texcoco el volumen de extracción de los 74 pozos que abastecen de agua potable a la población municipal equivale a casi el doble de su recarga (Plan de Desarrollo Municipal 2000-2003).

Este debilitamiento ambiental de la región también se expresa en problemas de salud, ligados a la insuficiente cobertura del sistema de drenaje y alcantarillado, la descarga de aguas negras a los ríos y arroyos, tránsito de aguas negras a cielo abierto; inadecuado manejo de basura y desechos sólidos; falta de educación sobre alimentación y salud, y de control de la población canina (Dirección de Planeación y Desarrollo Municipal, 1997).

La fragilización económica está expresada en la caída de la rentabilidad de la producción agropecuaria, así como del empleo formal. Sólo 39.4 por ciento de la PEA cuenta con un empleo remunerado (DPDM, 1997: 9). Texcoco aparece como un municipio con bajo índice de marginación; pero este dato

Cuadro 3
 PORCENTAJES DE LA POBLACIÓN OCUPADA
 SEGÚN RANGOS DE INGRESOS MENSUALES
 (Salarios mínimos)

	<i>No recibe ingresos</i>	<i>De menos 1 a menos 3</i>	<i>Más de 5 salarios</i>
Estado de México	4.60	63.60	11.07
Región	6.47	65.86	7.72
• Atenco	5.55	69.63	5.43
• Chiautla	9.51	64.79	8.02
• Chiconcuac	10.70	63.07	5.98
• Papalotla	3.04	65.65	10.44
• Tepetlaoxtoc	8.24	70.45	4.77
• Texcoco	4.25	60.49	12.36
• Tezoyuca	4.05	66.98	7.01

Fuente: Elaboración con base en el INEGI, *XII Censo General de Población y Vivienda*, 2000, y *Anuario Estadístico del Estado de México*, 2001.

estadístico refleja la presencia de grupos de ingreso elevado, como son los profesionales del CIMMYT, el Colegio de Posgraduados y la UACH. En el cuadro 3 se muestra la realidad de los bajos ingresos para la región Atenco-Texcoco.

La fragilización tecnológica es patente en los ejidos y comunidades de la región, en los que se puede apreciar la erosión tecnológica de los sistemas de producción tradicionales, escaso control de la ganadería de traspatio y erosión de los terrenos agrícolas. La fragilización social e institucional de la región se hace patente sobre todo en las comunidades por la ausencia de una sana interacción entre la vida rural y la urbana. Se expresa en problemas de delincuencia, en invasiones y conflictos agrarios o de linderos, en pulverización de la tenencia ejidal y rentismo de los terrenos agrícolas; en pérdida de la autosuficiencia alimentaria comunitaria, local y regional, en desinterés por la participación social y dotación precaria de servicios para el medio rural.

Cuadro 4
POBLACIÓN OCUPADA POR SECTOR ECONÓMICO
(Participación porcentual)

<i>Municipios/sectores</i>	<i>Primario</i>	<i>Secundario</i>	<i>Terciario</i>
Atenco	6.01	39.95	51.03
Chiautla	6.09	35.11	56.69
Chiconcuac	3.86	24.57	69.21
Papalotla	6.90	35.83	55.87
Tepetlaoxtoc	13.79	35.59	47.75
Texcoco	6.99	27.55	62.23
Tezoyuca	2.97	36.24	56.11

Fuente: Elaboración del autor con base en el INEGI, *XII Censo General de Población y Vivienda*, 2000, y *Anuario Estadístico del Estado de México*, 2001.

Adicionalmente, el perfil demográfico de la región, en la cual predominan los jóvenes en edad productiva, se liga a problemas como la invasión del comercio informal; farmacodependencia y alcoholismo juvenil; déficit de alumbrado público y de centros deportivos. La difícil coexistencia entre los espacios rurales y los urbanos, expresa en este caso la pérdida de centralidad de las actividades agropecuarias, patente también en los datos censales; como se puede observar en el cuadro 4.

En suma, todos estos elementos hacen impostergable la construcción de un proyecto de desarrollo regional que incorpore la más amplia participación social, pero que también rompa con la tradición desarrollista de la clase política mexicana; para ello es imprescindible un enfoque integral e interdisciplinario para discutir sobre el rumbo posible de la región, desde una perspectiva que parta de la moderna ruralidad regional y tome como premisa la sustentabilidad. En esta línea la región cuenta con un importante acervo técnico y científico para el proyecto alternativo, conformado con propuestas como las siguientes:

- Propuesta integral para crear el Área Protegida del Tezcot-zinco.
- Propuesta para declarar al Valle de México como Área Protegida (Mata, 2001).
- Programa Integral de Tratamiento del agua residual del Valle de México (Tolivia, 2001).
- Crear el Sistema de Información Geográfica de la Cuenca de México (Noriega y Zapata, 2001).
- Promover el establecimiento de plantaciones forestales de protección en las cuencas de recepción del Valle de México (Sánchez *et al.*, 2001).
- Conformar el Comité de Planeación del Desarrollo Regional de la Cuenca del Valle de México, que se aboque a diseñar el Plan de Desarrollo Regional, los planes de Desarrollo Municipales y los programas de Desarrollo Urbano-Rural (Almaguer *et al.*, 2001).
- Propuesta de ordenamiento territorial de la Cuenca del Río Texcoco (Rivera *et al.*, 2001), en la que se plantean propuestas por faceta para las tres zonas de la cuenca.

A estas propuestas se suman planteamientos específicos como: aprovechamiento racional de los bosques, impulso al turismo, producción artesanal, promoción a la agroindustria y manufacturas, clausura de los tiraderos de basura a cielo abierto y construcción de rellenos sanitarios regionales, entre otros.

ENFOQUE DE PLANEACIÓN PARA LA SUSTENTABILIDAD EN LA REGIÓN ATENCO-TEXCOCO

El objetivo principal de este enfoque es construir, con base en la participación y organización social, un programa de

desarrollo regional alternativo para la región Atenco-Textcoco, fincado en una relación sustentable con la zona metropolitana de la Ciudad de México, basado en el fortalecimiento de la agricultura y el aprovechamiento racional de los recursos ambientales y sustentado en la cultura y la identidad de los habitantes de la región. Esto implica dar cauce a las siguientes tareas específicas, desde los ámbitos del gobierno municipal y las instituciones académicas:

1. Identificar los mecanismos que permitan fortalecer y movilizar los recursos culturales e identitarios de la región a favor de un proyecto alternativo basado en la participación social.
2. Diagnosticar los recursos naturales que permitan soportar la construcción de un modo alternativo de desarrollo regional, centrado en el fortalecimiento de la actividad agropecuaria y forestal, que contribuya a la seguridad alimentaria regional y nacional.
3. Ubicar los recursos económicos y las condiciones que posibilitan una articulación alternativa y sustentable de la región Atenco-Textcoco con la Ciudad de México, orientada a la generación de mayor empleo e ingreso.
4. Identificar el potencial económico de los municipios que integran la región Atenco-Textcoco, con objeto de promover, organizar e impulsar las actividades productivas con mayor base competitiva en el ámbito regional y local que incidan en el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Partiendo del hecho de que la sociedad regional cuenta con un acervo técnico, social y político suficiente para construir un proyecto alternativo de desarrollo, resulta fundamental someter a la consideración de los actores re-

gionales un conjunto de ideas básicas, con el propósito de favorecer una discusión sobre el futuro de la región. Estas preguntas son: ¿Cuáles son los recursos identitarios y culturales de la región para un proyecto de desarrollo alternativo? ¿Con base en qué recursos ambientales se puede construir un nuevo modo de desarrollo regional que tenga como eje la agricultura sustentable? ¿Cuáles son las ventajas comparativas de la región derivadas de su cercanía con la Ciudad de México? Para dar respuesta a estas interrogantes ha sido necesario poner en juego metodologías particulares, entre las que tiene un lugar destacado la investigación participativa con las comunidades y con los principales actores regionales, dado que un planteamiento metodológico central es que un programa de desarrollo viable no puede formularse sin la participación activa de los núcleos poblacionales. Otras interrogantes fundamentales han sido: ¿Quiénes son los hombres y mujeres que se opusieron al megaproyecto aeroportuario y se negaron a vender sus tierras? ¿Cuáles son sus aspiraciones profundas y qué tipo de proyecto de desarrollo les interesaría construir? Para intentar una respuesta es preciso asumir que el campesino de la región se ha transformado profundamente en los años recientes, pues han cambiado las condiciones en que desarrollaban sus prácticas productivas, sociales, políticas y culturales.

Como producto de estos cambios, los actores rurales han tenido que modificar sus prácticas y estrategias de vida para adaptarse a su nuevo entorno, integrando a dichas prácticas elementos de la vida urbana y rural, de la tradición y la modernidad, de la agricultura y de la industria y los servicios, del pueblo y de la urbe, resignificando todos estos elementos para dar sentido a su vida cotidiana y, por ello, recreando su identidad. De ahí que la propuesta de desarrollo alternativo subraye un elemento central de la

moderna ruralidad: la reaparición o reforzamiento de mecanismos y prácticas culturales que están redefiniendo identidades en ámbitos locales, regionales y nacionales, ante el fracaso del proceso de modernización en asimilar las culturas regionales a una cultura nacional.² En la región Atenco-Texcoco la identidad de los habitantes de las comunidades se sustenta en su historia de vida comunitaria y en el arraigo a la tierra. Pero las características de poblaciones de carácter rural-urbano, de sociedades en tránsito, también generan nuevas formas de vida que reivindican la modernidad e incorporan nuevos valores mediante la resignificación de los elementos simbólicos de origen.

Otra dimensión metodológica central de nuestra propuesta es la participación de las instancias de planeación regional; por ello se participa, con la representación de la UACH, en el Consejo Regional para el Desarrollo Rural Sustentable correspondiente a Texcoco, el cual establece como área de competencia nuestra región. Precisamente en esta ruta, las coyunturas regionales permitieron establecer el compromiso con el Ayuntamiento de Texcoco, para elaborar el Plan de Desarrollo Municipal 2003-2006 bajo la consideración de que este plan de desarrollo podía ser un medio idóneo para buscar articular los esfuerzos de los actores del desarrollo municipal en torno a un propósito común: una *idea fuerza* que por encima de las múltiples diferencias de matices intente sumar las iniciativas particulares de los texcocanos a favor del interés común. Esta *idea fuerza* para toda la región consiste en construir un modo de desarrollo

²De esta forma “la comprensión de lo cultural como factor indispensable para entender los cambios en curso y tratar de prefigurar el futuro ha aparecido con gran fuerza en el debate actual (Ottone, 2000: 35). Así la diversidad y la pluralidad cultural se torna crucial para la definición de las identidades y estrategias de vida de los diversos sujetos en la sociedad rural mexicana, y constituye un recurso estratégico en el proceso de construcción de proyectos colectivos.

alternativo, basado en la creación de una relación virtuosa con la Ciudad de México, a partir del aprovechamiento pleno de sus recursos y el fortalecimiento de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, sobre la base de la participación social, la cultura y la identidad regional.

Esta *propuesta eje* constituye una ruta para lograr el mejoramiento de la calidad de vida de la población en los diferentes municipios de la región, a partir de la generación de más empleos y mayores ingresos, haciendo un uso sustentable de los múltiples recursos con que cuenta la región Atenco-Texcoco. En esta perspectiva, corresponde a la función pública municipal, pero también a las comunidades de la región impulsar una visión estratégica de corto, mediano y largo plazo, para desatar un conjunto de fuerzas y recursos, y aprovechar las oportunidades de desarrollo que brinda la posición geográfica de los municipios. Esta propuesta para el desarrollo regional se materializa en cuatro orientaciones que fueron retomadas en lo particular en el acto de toma de protesta de las nuevas autoridades del municipio de Texcoco el 17 de agosto de 2003, acto que significativamente se realizó en el auditorio principal de la Universidad Autónoma Chapingo:

1. *Puerta ecológica de la Ciudad de México.* Texcoco y la región cuentan con un conjunto de características que les permiten constituirse en un espacio ecológico único en el entorno megalopolitano. La presencia de las actividades agropecuarias y de una importante masa forestal les permiten construir una ruta alternativa de desarrollo y ser una salvaguarda ecológica para la Ciudad de México, lo cual a la luz de las nuevas orientaciones de política pública le permitirá allegarse fondos nacionales e internacionales.

2. *Polo científico, tecnológico y humanístico.* En la búsqueda de un *modo alternativo de desarrollo* Texcoco cuenta

con un acervo privilegiado: la presencia de prestigiadas instituciones educativas, de investigación y posgrado que le permiten profundizar un perfil de desarrollo caracterizado por una significativa derrama económica derivada del sector de servicios educativos. Este perfil de desarrollo, que puede ser profundizado a través de incentivos fiscales *ex profeso*, tiene entre sus principales áreas de impacto la construcción de un perfil sustentable de urbanización para el municipio. La demanda metropolitana y nacional de servicios educativos y la localización estratégica del municipio, brindan los elementos para consolidar esta perspectiva.

3. *Polo recreativo y cultural*. Texcoco cuenta con las características para constituirse en un polo recreativo y cultural que brinde servicios a la Ciudad de México y, por esta vía, genere una importante masa de empleos e ingresos para la población municipal. Las características sociodemográficas del oriente de la Ciudad de México permiten sustentar esta vertiente del desarrollo alternativo para el municipio.

4. *Prototipo de administración municipal*. Texcoco puede constituirse en un ejemplo de administración municipal y en el eje de un proceso de transformación regional, mediante una gestión centrada en la participación social y en una visión moderna de la administración pública que descansa en la planeación estratégica, el fortalecimiento de la hacienda municipal y la creación de programas focalizados al mejoramiento de la calidad de vida en el municipio.

LAS LÍNEAS DE LA PLANEACIÓN MUNICIPAL PARA UN DESARROLLO ALTERNATIVO

Para dar cuerpo a las cuatro orientaciones referidas, el municipio ha establecido un diseño programático y 10 pro-

yectos estratégicos que, además de ofrecer resultados concretos en el trienio 2003-2006, sentarán bases sólidas para que Texcoco emprenda una ruta al desarrollo en armonía con el medio ambiente. Los programas bajo los que se organizará la función pública durante el trienio 2003-2006, parten de una visión estratégica sobre las fortalezas y debilidades del municipio de Texcoco. De esta manera, se plantean 13 programas que en conjunto se orientan a la construcción de un municipio capaz de fortalecer sus recursos y orientarlos hacia una nueva perspectiva de desarrollo sustentable, basada en actividades económicas que permitan aprovechar la cercanía con la Ciudad de México para generar mayores empleos e ingresos.

Los programas estratégicos son los siguientes:

1. *Programa de reordenamiento urbano de la ciudad de Texcoco.* Este programa responde a la que sin duda es la demanda más sentida de la población, pues el crecimiento anárquico de las últimas décadas tuvo como consecuencia una serie de problemas que van desde la insuficiencia de servicios públicos, hasta la apropiación del centro histórico por el ambulante y un creciente caos vial, pasando por graves problemas de contaminación del agua y de los cauces de los ríos que cruzan la ciudad. En suma, el reordenamiento territorial urbano y rural es una condición indispensable para que Texcoco pueda reorientar su perfil de desarrollo.

2. *Programa de fortalecimiento e impulso productivo del espacio rural.* El nuevo perfil de Texcoco como Puerta Ecológica de la Ciudad de México, Polo Recreativo y Cultural, así como Polo Científico y Tecnológico, descansa en el impulso productivo del espacio rural. Este programa atenderá los problemas relacionados con las actividades económicas que se realizan en el espacio rural.

3. *Programa de conservación y recuperación de microcuencas*. Este programa se dirige a restaurar y conservar el sistema de microcuencas que conforman el vaso del ex Lago de Texcoco para mitigar algunos de los efectos negativos de la contaminación del Valle de México.

4. *Programa de Desarrollo de la infraestructura regional de comunicación*. La posición geográfica privilegiada del municipio y el contexto de crecimiento de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, obligan al diseño de una propuesta integral en torno al sistema carretero municipal.

5. *Programa de recuperación, conservación, defensa y difusión del patrimonio cultural de Texcoco*. Este programa se orienta a organizar los recursos culturales e identitarios que soportarán la nueva orientación del turismo cultural para Texcoco y la región.

6. *Programa de desarrollo ecoturístico*. Tiene la finalidad de organizar los diversos recursos regionales que permitan aumentar la actividad turística en la vertiente ecológica, con el propósito de generar empleo e ingresos.

7. *Programa de Fomento a la pequeña y mediana industria ambiental*. Este programa tiene como propósito sentar las bases de una industrialización verde en el municipio, que sea capaz de impactar a la parte oriental de la ZMCM.

8. *Programa de Fortalecimiento de las actividades comerciales*. Texcoco tiene una especialización económica centrada en las actividades comerciales y de servicios; sobre esta base el objetivo de este programa es fortalecer las actividades comerciales y orientarlas al nuevo perfil de desarrollo.

9. *Programa de Creación del Polo Científico, Tecnológico y Humanístico*. La creación del Polo Científico, Tecnológico y Humanístico constituye un proceso que involucra

acciones de corto, mediano y largo plazo; en el trienio 2003-2006 se comprometen los siguientes subprogramas:

- Promoción de la coordinación entre las instituciones científicas regionales
- Programa de Atracción de instituciones académicas nacionales

10. *Programa para el Mejoramiento de la calidad de vida en Texcoco.* Este programa distinguirá a Texcoco como un municipio preocupado por una mejor calidad de vida de sus habitantes, mediante:

- Programa de medicina preventiva y servicio médico integral.
- Atención, asesoría y defensa de la mujer texcocana.
- Atención, asesoría y defensa a adultos mayores y a la niñez texcocana.
- Jóvenes texcocanos rumbo al desarrollo sustentable.
- Atención a grupos étnicos.

11. *Programa de Modernización de la Administración Pública Municipal.* Este programa se orienta a lograr una mayor eficiencia de la función pública municipal y a establecer una comunicación permanente con la ciudadanía, entre sus principales áreas de acción están las siguientes:

- Actualización del Sistema de Planeación, Organización y Métodos.
- Profesionalización de la función pública.
- Contraloría social.
- Articulación interinstitucional.

12. *Programa de Fortalecimiento de la Hacienda pública municipal.* Aumentar los recursos públicos disponibles es estratégico para la transformación del municipio de Texcoco. Este programa se dirige a regularizar las diferentes fuentes de recursos que por ley corresponden al muni-

cipio, pero también a incorporar nuevas fuentes de ingreso que actualmente están en la esfera del gobierno estatal.

- Municipalización de Tránsito.
- Actualización de pago de derechos.
- Ejercicio de las atribuciones consagradas en el artículo 115.
- Diseño intermunicipal para hacer más eficiente el gasto público.
- Estímulos fiscales para promover mayores ingresos públicos.

13. *Programa de Seguridad Pública y Procuración de Justicia:*

- Revisión y actualización del Bando Municipal
- Modernización del equipamiento y el sistema de seguridad pública y protección civil.
- Prevención de delitos y siniestros.
- Fortalecimiento de los cuerpos y mecanismos de seguridad locales y comunitarios.

En el marco de estos programas y para concretar una visión regional sobre la planeación municipal, también se postulan 10 proyectos estratégicos, que ya han sido sometidos a la consideración de la ciudadanía mediante seis foros de consulta, realizados bajo un formato de talleres de planeación participativa, en el marco del proceso de elaboración del plan municipal. Dichos proyectos son:

1. Reordenamiento territorial urbano y rural del municipio.
2. Desarrollo de un sistema de vialidades regionales.
3. Creación de cuatro corredores turístico-culturales.
4. Creación de cuatro corredores ecoturísticos.
5. Creación de un Sistema de captación y manejo de agua potable y recarga de mantos acuíferos.

6. Creación de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.

7. Creación de la Red de Espacios Culturales, Museos Comunitarios y el Museo Regional de Texcoco.

8. Creación de un Sistema Industrial de Bajo Impacto Ambiental para Texcoco.

9. Creación de la Universidad Regional Texcoco.

10. Construcción de la Central Camionera Regional.

CONSIDERACIONES FINALES

En el proceso de planeación referido en estas líneas subyace la siguiente hipótesis de trabajo, que habrá de contrastarse con la realidad en los años siguientes:

La región Atenco- Texcoco cuenta con los recursos suficientes para construir un proyecto de desarrollo alternativo a partir de una relación sustentable con la Ciudad de México, basado en el fortalecimiento de la agricultura y sustentado en la identidad cultural de la región. Esta hipótesis implica un conjunto de elementos teóricos y empíricos que es imposible desglosar en este espacio. Pero cabe aquí destacar que la noción de recursos rebasa la visión tradicional de los recursos naturales y productivos, para incorporar de manera destacada los recursos identitarios y culturales, así como los recursos derivados de la estratégica localización de la región. Desde esta noción interdisciplinaria de los recursos regionales, se establece un vínculo con las modernas concepciones de los patrimonios territoriales, como elementos para el desarrollo.

Otra consideración teórica general que soporta este proyecto es la que se refiere al moderno papel de los espacios rurales, máxime porque la región Atenco- Texcoco se

encuentra inserta en la dinámica de la conformación de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Así, adscribimos a la discusión sobre la impostergable revaloración de los espacios rurales, una cuestión que actualmente rebasa el ámbito teórico y se ubica en la base del debate reciente en torno al *Acuerdo Nacional para el Campo*, en donde las organizaciones sociales destacaron que la agricultura de nuestro país, en su acepción más amplia, está llamada a desempeñar las siguientes funciones durante el siglo XXI:

1. Garantizar la soberanía alimentaria del país y el fortalecimiento del mercado interno.

2. Proveer servicios ambientales valiosos para toda la sociedad, como: abastecimiento regular de agua limpia, reducción de riesgos por eventos naturales, preservación del patrimonio natural y biológico.

3. Ofrecer un espacio digno y sano para una importante parte de la población y una opción para descongestionar las ciudades.

4. Asegurar la diversidad del paisaje y preservar el patrimonio natural del país.

5. Salvaguardar y recrear la diversidad cultural del país y las múltiples identidades regionales.

6. Favorecer la construcción democrática del país.

7. Contribuir a la gobernabilidad y la estabilidad política del país.

8. Fortalecer a la economía nacional ante los riesgos de la globalización financista.

9. Proveer de materias primas a la industria y al comercio, así como generar excedentes exportables que aporten divisas.

Desde esta perspectiva nos esforzamos en subrayar que una de las vertientes de lo alternativo que caracterizan al programa de desarrollo para la región Atenco-Texcoco, es

que se sustenta en una visión de la ruralidad que rompe con las concepciones tradicionales que imperaron hasta la década de los ochenta y permite reflejar más adecuadamente la realidad regional. Por ello coincidimos en la necesidad de [...] repensar la relación entre el campo y la ciudad, particularmente en las periferias, donde aparecen nuevas formas de complementariedad entre los espacios urbanos y rurales, que integran nuevas estructuras espaciales complejas, que no obedecen a los patrones tradicionales de oposición o destrucción del campo por la expansión metropolitana (Hiernaux, 2000: 32). Esto significa que, en la perspectiva de conformar un modo de desarrollo alternativo para la región, también es importante reconocer la multidireccionalidad de la relación campo-ciudad, donde lo rural trasciende lo agropecuario y mantiene nuevas formas de intercambio que han representado una pérdida de la significación económica y social de los sectores primarios y la evidente terciarización de lo rural (Pérez, 1996: 22).

Por otra parte, conviene subrayar que las relaciones entre la cuestión cultural y el desarrollo regional, quedan de manifiesto actualmente porque existe “un nuevo escenario rural, basado en un carácter territorial, que permite visualizar los asentamientos humanos y sus relaciones en un continuó rural-urbano expresado, entre otros aspectos, en el desarrollo progresivo de actividades agrícolas no tradicionales y actividades no agrícolas en el medio rural” (IICA, 2000: 8). Por lo que: toda esta nueva concepción de lo rural se vincula con: (a) aumento de la producción, la productividad y la seguridad alimentaria; (b) combate a la pobreza para buscar la equidad; (c) preservación del territorio y el rescate de los valores culturales para fortalecer la identidad nacional; (d) desarrollo de una nueva cultura

agrícola y rural que permita la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales; (e) aumento de los niveles de participación para fortalecer el desarrollo democrático y la ciudadanía rural; (f) desarrollo de acciones afirmativas para visualizar y apoyar la participación de las mujeres, habitantes de los pueblos (indígenas) y jóvenes, en el desarrollo nacional desde lo rural.

Todos estos elementos permiten dimensionar el planteamiento metodológico que sustenta al Plan de Desarrollo Municipal de Texcoco, y que impone la necesidad de realizar acciones en otros ámbitos para cumplir objetivos particulares, articulados entre sí por el enfoque participativo:

1. Reconocimiento de las prácticas, valores, patrimonio cultural e identitario y formas de organización social regional a través de talleres de autodiagnóstico. Subproyecto de Identidad y Cultura.

2. Análisis del estado actual de los recursos naturales y las actividades agropecuarias y forestales a través del ordenamiento ecológico del territorio y de talleres con los actores sociales y económicos de la región de estudio. Subproyecto de Recursos Ambientales y Agricultura.

3. Elaboración de estrategias de manejo sustentable de los recursos naturales y la producción. Subproyecto de Recursos Ambientales y Agricultura.

4. Evaluación de la estructura económica y social de la región a través de la identificación de variables y la construcción de indicadores relevantes para el análisis socioeconómico regional. Subproyecto de Inserción Regional.

5. Identificación de expectativas y oportunidades regionales mediante talleres y entrevistas con los agentes sociales y económicos de los municipios que integran la región Atenco Texcoco. Subproyecto de Inserción Regional.

Desde esta perspectiva interdisciplinaria podemos concluir este escrito llamando la atención sobre la importancia del subproyecto de identidad y cultura para aportar una vertiente poco atendida en los estudios tradicionales acerca del desarrollo y sobre la que recientemente se ha puesto la debida atención. Esta referencia nos permitirá postular una *desecologización* del discurso sobre la sustentabilidad, para enfatizar su componente sociocultural. De esta manera, queremos llamar la atención sobre los recursos identitarios y culturales con los que cuentan los grupos sociales para emprender acciones orientadas al desarrollo. En efecto, es reconocido que en el terreno de la planeación agrícola y el análisis regional, las visiones tecnocráticas fueron cediendo espacio a la incorporación de los elementos socioeconómicos y posteriormente de los ambientales. Sin embargo, la inclusión de los elementos culturales e identitarios es aún más reciente, pese a que gran parte de los fracasos de muchos proyectos de desarrollo se explica por la omisión de este importante ámbito, tradicionalmente relegado a la antropología.³ Para nosotros la inclusión de este tema es nodal, en primer lugar porque los elementos de identidad permitieron a las comunidades de la región detener el megaproyecto aeroportuario; y en segundo lugar, porque la movilización positiva de dichos elementos, puede dar lugar a la construcción de un programa de desarrollo alternativo para la región. En consecuencia, la construcción de una propuesta de desarrollo alternativo para la región Atenco-Texcoco debe incluir dos grandes líneas de investigación participativa: la primera

³El concepto de cultura es polisémico, sin embargo, para efectos de nuestro proyecto destacamos la noción de cultura como aquel proceso de producción y expresión de elementos físicos y simbólicos a través de los cuales los grupos sociales realizan su reproducción y establecen sus modos de identificación, al mismo tiempo que elaboran estrategias de identidad comunitaria.

dirigida a mostrar los recursos identitarios de la región y a impulsar la preservación, promoción, difusión y recreación de los procesos culturales regionales. La segunda centrada en aprovechar la riqueza cultural de la región como un recurso económico para mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la región. Con fines meramente indicativos de la variedad de recursos culturales con los que cuenta la región Atenco-Texcoco, a continuación señalamos algunos de ellos que podrían soportar proyectos de turismo cultural o educativo, los cuales tienen que ver con reservas naturales, restos arqueológicos, monumentos coloniales y tradiciones y costumbres. En lo que se refiere a reservas naturales, se cuenta con el Lago de Texcoco, Cerro del Tetzcutzingo, Monte Tláloc, serranía y bosques de la Sierra Nevada, Parque natural Molino de las Flores, Parque natural Los Ahuehuetes y los manantiales de los pueblos de la Sierra Nevada, entre otros como:

Paleontología: Yacimientos de Tepexpan, Santa Isabel Ixtapa y Tocuila.

Arqueología: restos de la cultura acolhua como el Palacio de Nezahualcóyotl, Templo de Ehécatl, zona arqueológica del Cerro de las Promesas y de Huexotla.

Arquitectura colonial: Capilla de la Tercera Orden del siglo XVI, Catedral de Texcoco (siglos XVII y XVIII); retablos novohispanos (siglos XVII, XVIII y XIX); convento franciscano de Huexotla (siglo XVI) e iglesias y conventos de todo el periodo colonial ubicados en los 54 poblados del municipio de Texcoco y algunos de Atenco; esculturas del siglo XIX, monumentos, haciendas y la antigua estación ferroviaria de Texcoco.

Lengua náhuatl: se habla en algunas comunidades de la Sierra Nevada.

Fiestas, tradiciones y costumbres: danza de los santiagueros, danzas dedicadas al ciclo agrícola, festejos del 5 de mayo;

ferias regionales, fiestas al santo patrono y tradiciones y ritos propiciatorios.

Arte popular y artesanía: danzas y bandas de música.

Estos recursos culturales constituyen una importante vertiente para los proyectos específicos que apuntan a la creación de un polo recreativo ecoturístico y cultural, en la perspectiva de un perfil de desarrollo que contribuya a restaurar la sustentabilidad de la ZMCM. En suma, el municipio de Texcoco ofrece un espacio destacado a la reflexión respecto a los temas de la sustentabilidad y la planeación municipal, pues allí se conjuntan, en este momento, la fuerza social de quienes derrumbaron el sueño desarrollista encarnado en el megaproyecto aeroportuario, la voluntad política de las nuevas autoridades del municipio de Texcoco y los esfuerzos de un equipo interdisciplinario de investigadores, todos ellos preocupados y ocupados por construir en un territorio común, una propuesta alternativa de desarrollo regional caracterizada por la posible convivencia virtuosa entre los espacios rurales y los urbanos.

BIBLIOGRAFÍA

ALMAGUER, Gustavo, Adrián Lozano y Eugenio Santacruz, “Consideraciones finales”, *Memoria del Foro Retos y Perspectivas Ecológicas para la Cuenca del Valle de México*, México, Universidad Autónoma Chapingo, 2001.

ASUAD SANÉN, Normand E. y Marco Antonio Rocha, “El desarrollo sustentable: equilibrio necesario entre economía y espacio en América Latina y en la Ciudad de México”, *Economía Informa*, México, UNAM, núm. 253, diciembre de 1996 a enero 1997, pp. 92-103.

- Ayuntamiento de Texcoco, *Plan de Desarrollo Municipal de Texcoco 2003-2006*.
- CABRERO MENDOZA, Enrique, *Hacia la construcción de una agenda para la reforma administrativa municipal en México*, México, 2003, 34 pp.
- COVARRUBIAS, Francisco, “Prospectiva del Sistema Urbano Nacional”, en *El Mercado de Valores*, México, Nacional Financiera, núm. 3, marzo de 2000, pp. 3-21.
- DPDM, *Diagnóstico del Municipio de Texcoco de Mora*, Estado de México, 1997.
- HIERNAUX, Daniel, “Las nuevas formas urbanas y reestructuración del mundo rural”, en Pablo A. Torres Lima, *Procesos metropolitanos y agricultura urbana*, México, UAM-FAO, 2000.
- INEGI, *XI Censo General de Población y Vivienda. Resultados preliminares*, México, 1990.
- , *Conteo de Población y Vivienda*, México, 1995.
- , *XII Censo General de Población y Vivienda. Resultados preliminares*, México, 2000.
- , *Anuario Estadístico del Estado de México*, México, 2001.
- MATA, Bernardino y Sinécio López, “La ENA-UACH y la Investigación Servicio en la región Oriente del Valle de México: 1971-2001”, en Almaguer *et al.*, *Memoria del Foro Retos y Perspectivas Ecológicas para la Cuenca del Valle de México*, México, Universidad Autónoma Chapingo, 2001.
- NORIEGA, Gerardo y Raúl Zapata, “Integración del ordenamiento ecológico de la Cuenca de México”, en Almaguer *et al.*, *Memoria del Foro Retos y Perspectivas Ecológicas para la Cuenca del Valle de México*, México, Universidad Autónoma Chapingo, 2001.
- OTTONE, Ernesto, “La modernidad problemática”, *Cuatro ensayos sobre desarrollo latinoamericano*, México, Jus/CEPAL, 2000.
- PÉREZ DE CUELLAR, Javier, “Nuestra diversidad creativa”, Informe de la Comisión Mundial de Cultura y Desarrollo, México, UNESCO, 1996.

- Plan de Desarrollo Municipal 2000-2003*, H. Ayuntamiento Constitucional de Texcoco de Mora, Texcoco, Estado de México.
- POLÉSE, Mario, *Economía Urbana y Regional. Introducción a la relación entre territorio y desarrollo*, Costa Rica, Libro Universitario Regional, LUR EULAC/GTZ, 1998.
- RAMÍREZ, César (en prensa), “Desarrollo local o imposición neoliberal: la difícil construcción de un proyecto alternativo para la región Atenco-Texcoco”, *Revista Textual*, núm. 40, México.
- RIVERA, Julio, César Moreno y Ricardo Gómez, “Ordenamiento ecológico de la Cuenca del Río Texcoco: zona representativa del Estado de México”, *Memoria del Foro Retos y Perspectivas Ecológicas para la Cuenca del Valle de México*, México, Universidad Autónoma Chapingo, 2001.
- ROCHA SÁNCHEZ, Marco Antonio, “Planeación territorial y medio ambiente. La Zona Metropolitana de la Ciudad de México”, en *Memoria del Foro: Retos y Perspectivas Ecológicas para la Cuenca del Valle de México*, México, Universidad Autónoma Chapingo, 21 de junio de 2001, pp. 36-50.
- RODRÍGUEZ, C. y J. Echeverría, “Herramientas Económicas y Fiscales para la Gestión Ambiental en Costa Rica”, *Memorias del Foro Internacional para el Medio Ambiente y Desarrollo. Enfoque integral de Manejo Sustentable de Recursos Naturales*, sección V, México, Semarnat/BID, 17 y 18 de febrero de 2003.
- SÁNCHEZ, Alejandro, A. Palma y R. M. García, “Algunas reflexiones sobre el impacto de la deforestación en la recarga de acuíferos del Valle de México”, en *Memoria del Foro Retos y Perspectivas Ecológicas para la Cuenca del Valle de México*, México, Universidad Autónoma Chapingo, 2001, pp. 51-55.
- TOLIVIA, Enrique, “El impacto económico, social y ambiental de la degradación del suelo en el Valle de México”, en *Almaguer et al., Memoria del Foro Retos y Perspectivas Ecológicas para la Cuenca del Valle de México*, México, Universidad Autónoma Chapingo, 2001, pp. 29-35.

Aprovechamiento sustentable de la selva maya de Quintana Roo

Diodoro Granados Sánchez

INTRODUCCIÓN

La selva es uno de los ecosistemas más complejos en la biosfera, principalmente por su alta diversidad de especies. En relación con la vegetación, se caracteriza por la abundancia de especies de todos los portes: arbóreos, arbustivos, herbáceos, lianas y epífitas. Actualmente se ha visto que su gran diversidad y complejo dinámico oculta su fragilidad, así tenemos que, es un hecho que el suelo se agota rápidamente si se usa como terreno agrícola.

En este sistema, las variadas interacciones entre plantas y animales han direccionado su dependencia evolutiva, por ejemplo, al alimentarse los animales de las plantas, favorecen la polinización y dispersión de las semillas, con ello la reproducción, propagación y variabilidad de las plantas que les permite una amplia gama adaptativa. El hombre, al hacer uso de este recurso modifica su equilibrio, tal es el caso de la tala de árboles como acción directa contra las plantas, en detrimento de los mamíferos, aves e insectos acarreadores de polen y de semillas, por tanto,

esta acción repercute en la totalidad del sistema, poniendo en serios problemas la recuperación de la selva.

La selva de Quintana Roo, en el sur de México, es la más extensa del país con casi 1,700, 000 ha (Semarnap, 1996), junto con las de Campeche, la Lacandona en Chiapas, las de Guatemala y las de Belice, se reconocen como la Selva Maya. A este conjunto se le considera la segunda selva más grande en el continente americano, después de la Amazónica. La selva de esta región ha sido aprovechada desde hace siglos por los indígenas sin que mostrara problemas de deterioro; sin embargo, en las tres últimas décadas se enfrenta a un fuerte desequilibrio fundamentalmente por la forma como se explota. En el presente trabajo se dará una explicación sobre la estructura ecológica de la selva de la zona maya, sus formas de aprovechamiento y la problemática derivada de este proceso.

LA SELVA MAYA

La selva maya de Quintana Roo se ubica en la porción centro oriente del estado de Quintana Roo, entre 20° 22' y 19° 03' de longitud norte y 87° 26' y 88° 43' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Su historia geológica forma parte de la Península de Yucatán; es una planicie con lomeríos de poca elevación de rocas calizas de origen marino recientemente emergidas. La selva maya se ubica desde una altitud menor a 20 msnm (costa este del municipio de Felipe Carrillo Puerto), hasta 200 msnm (municipio José Ma. Morelos), siendo en general terrenos planos.

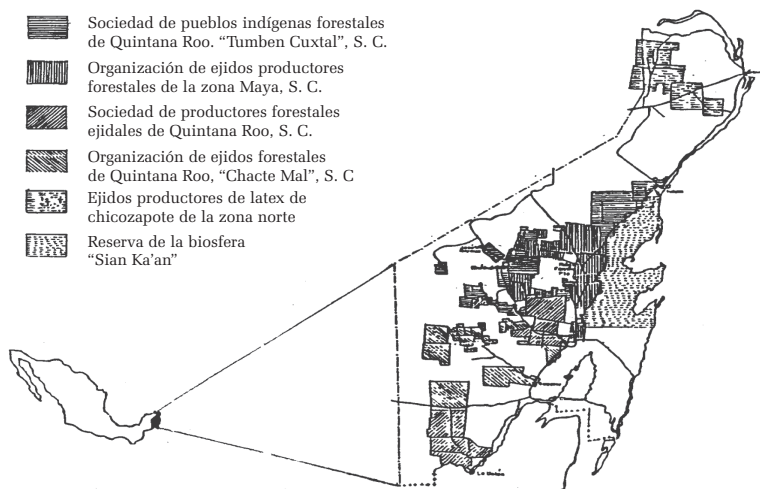
Geológicamente, la zona está representada por la formación Bacalar del Mioceno Superior constituida por calizas margosas, blancas, deslencables, con nódulos duros; sobre

ello descansan las formaciones Carrillo Puerto y Estero Franco, que se depositaron durante el Plioceno. La primera cuenta con una coquina de un metro de espesor, cubierta con una caliza muy dura. Arriba se localizan calizas cada vez más impuras, de colores que van del amarillo al rojizo que forman suelos lateríticos. Los niveles superiores están representados por calizas, blancas, duras y masivas. Las rocas más recientes consisten en depósitos del Cuaternario (Escoto, 1987; Gómez-Pompa, 1985).

La precipitación media anual es de 1,300 mm, concentrándose en los meses de mayo a octubre, siendo los más lluviosos de junio a septiembre. La temperatura media anual es de 26 °C y los promedios de las temperaturas mí-

Figura 1

ÁREAS FORESTALES PERMANENTES Y ORGANIZACIONES EJIDALES EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO



Fuente: En 1983-1984 los ejidatarios tomaron la administración del bosque tropical; iniciaron operaciones de tumba-arrastre y transporte, y así, en lugar de vender el monte en pie, ahora venden la madera directamente.

nimas y máximas son de 20 °C y 34 °C respectivamente, siendo el mes menos cálido enero y los más calurosos abril y mayo. Los vientos dominantes son los alisios, soplan casi todo el año, principalmente en verano, su dirección es de este a oeste y/o este a suroeste; en otoño e invierno soplan nortes con dirección norte-sureste, afectando la totalidad del estado. En los meses de agosto a septiembre se desarrollan huracanes con vientos de hasta 160 km/h en promedio, abatiéndose con más fuerza en las costas (Carreón, 1991).

Los suelos que dominan son los de rendzinas, que se pueden encontrar asociados a otros tipos de suelo, como litoles, vertisoles, regosoles y suelos de gley.

Las rendzinas son suelos jóvenes derivados de material calcáreo, delgados y pedregosos. Hacia la costa se pueden encontrar suelos salinos y regostes. De acuerdo con la clasificación maya, los suelos se clasifican como *tzek'el*, *kaa kab*, *yaaxhom*, *kan kab* y *akalche*; los tres primeros se consideran aptos para la práctica agrícola (Carreón, 1991).

Fisiográficamente los suelos calcimórficos se pueden ordenar en tres grandes series topográficas: los *tzekeles* de

Cuadro 1
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

<i>Clasificación maya</i>	<i>Clasificación FAO-UNESCO</i>	<i>PH promedio</i>
Tzek'el	Rendzina	7.2
Kaa kab	Cambisol Lítico	7.5
Kan kab	Vertisol Crómico	
Vertisol Gleico	6.7	
Yaaxhom	Gleisoles (bajo grado de gleización)	6.4
Akalche	Gleisoles (alto grado de gleización)	6.5

altillos; los *koncabales* de planadas y los *akalches* de aguadas o bajos. Los *tzekeles* son grises, con alto contenido de materia orgánica, pH cercano a neutro; se encuentran en las oquedades de las rocas calizas. Los *kan kabales* son rendzinas rojizas, con menor porcentaje de rocas ubicadas en las planadas, registran un pH ligeramente ácido y porcentajes de materia orgánica de cuatro a 12. Los *okalches* son gleisoles arcillosos con efecto constante de agua y alto contenido de materia orgánica. La vegetación está dominada por una selva mediana subperennifolia, con una altura de 23 m. Se presentan además, otras cinco asociaciones en menor escala como selva baja subcaducifolia, sabana, palmeras y aguadas.

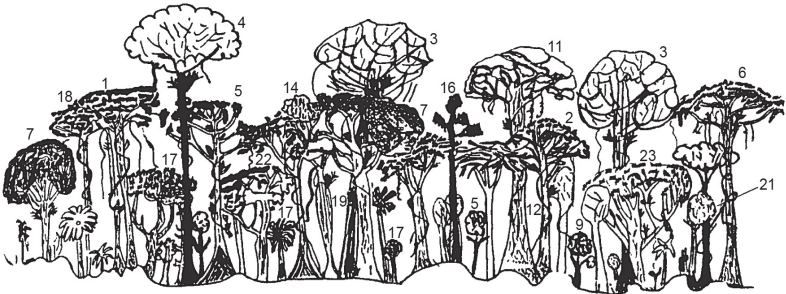
La estructura fisonómica típica de la selva mediana subperennifolia de la Zona Maya, está dominada por las siguientes especies arbóreas: *Cordia dodencandra* (siricote), *Brosimum alicastrum* Sw. (Ramón); *Swietenia macrophylla* King (caoba); *Spondias mombin* (jobo); *Pouteria campechiana* (kaniste), *Manilkara zapota* (chicozapote); *Vitex gaumeri* (Yaaxnik); *Malmea depressa* (elemuy); *Sickingia selvadorensis* (chakte-kok); *Protium copal* (copal), *Pouteria unilocularis* Donn. (zapotillo); *Sabal japa* (guano), *Exostema mexicana* (kokche), *Lysiloma bahamensis* (tzalam), *Dendropanax arboreus* (sac chaka), *Swartzia cubensis* (katalox), *Cordia elliodora* (bojon), *Bursera simarouba* (chaca rojo), *Krugiodendron ferreum* (chintok); *Aspidosperma melagocarpa* (pelmax), *Ceiba aesculifolia* (pochote), *Chrysophyllum mexicanum* (chi-che), *Platymiscium yucatanum* (granadillo), *Talisia olivactermis* (guaya), *Psidium sartorianum* (guayabillo), *Guayacum sanctum* (guayacán); *Casimiroa tetranaria* (yuuy) *Metopium brownei* (chechen negro), *Tabebuia rosea* (maculis), *Matayba oppositifolia* (guayacox), *Piscidia communis* (jabin), *Lonchocarpus rugo-*

sus (kanatsin), *Lucea speciosa* (kaskaat), *Caesalpinia gaumeri* (kiitamche), *Enterolobium cyclocarpum* (pich), *Trichilia minutiflora* (limonaria), *Hampea trilobata* (majahua), *Myrcianthes fragans* (guayabillo), *Cedrela odorata* (cedro); *Alseis yucatanensis* (tabaquillo), *Pouteria unilocularis* (zapotillo), *Coecoloba acapulcensis* (to'yub), *Hyppocratea celestoides* (todsi), *Guettarda combsii* (tadsi); *Suelania guadonia* (tamay), *Pseudobombax ellipticum* (amapola), *Calophyllum brasiliensis* (bar), *Coccoloba spicata* (bobchiche), *Caesalpinia platyloba* (chakte-viga), *Espidosperma melagocarpa* (pelmax).

Aparentemente un ecosistema tropical primario es una comunidad estática, pero en realidad las selvas están en un proceso dinámico de cambio que incluye la sustitución continua de especies, lo cual puede observarse como mor-

Figura 2

TÍPICA ESTRUCTURA FISIÓNOMICA DE UNA SELVA MEDIANA
SUBPERENNIFOLIA DE LA ZONA MAYA, DOMINADA
POR LAS SIGUIENTES ESPECIES ARBÓREAS:



1) *Brosimum alicastrum*; 2) *Manilkara zapota*; 3) *Swietenia macrophylla*; 4) *Cedrela odorata*; 5) *Alseis yucatanensis*; 6) *Pouteria unilocularis*; 7) *Coccoloba acapulcensis*; 8) *Lysilomka bahamensis*; 9) *Hyppocratea celastroides*; 10) *Guettarda elliptica*; 11) *Swartzia cubensis*; 12) *Sickingia salvadorensis*; 13) *Suelania guadonia*; 14) *Pseudobombax ellipticum*; 15) *Calophyllum brasiliensis*; 16) *Sabal japa*; 17) *Coccoloba spicata*; 18) *Cordia alliodora*; 19) *Coccoloba cozumelensis*; 20) *Bursera simarouba*; 21) *Caesalpinia platyloba*; 22) *Krugiodendron ferreum*; 23) *Chrysophyllum mexicanum*.

tandad y emergencia periódica de plántulas, hierbas y arbustos en el estrato inferior, es decir, unos individuos mueren y otros aparecen en sustitución. Lo que da la sensación de estabilidad son los árboles maduros, cuya presencia domina fisonómicamente.

La regeneración de la selva en claros pequeños se establece a partir de semillas presentes en el suelo, las cuales germinan y contribuyen a la construcción de la selva (reemplazamiento cíclico); en cambio los claros grandes suelen deberse a disturbios que afectan la viabilidad de las semillas preexistentes, por lo que el claro puede ser colonizado por nuevas semillas que no se encontraban bajo el dosel (esta vegetación se conoce como secundaria) y en general corresponden a especies intolerantes a la sombra, demandantes de luz, denominándose como pioneras dentro de la sucesión.

El proceso de regeneración natural de las selvas primarias continúa, cuando por causas naturales como los rayos o los vientos fuertes derriban una rama o a un árbol maduro o viejo, provocando huecos o claros en el dosel del estrato superior y que presentan características particulares dependiendo de la magnitud de la perturbación, historia del área afectada y de las condiciones ambientales prevalecientes en el momento de la perturbación (Gómez-Pompa *et al.*, 1972; Vázquez *et al.*, 1985). En este espacio disponible se desatan una serie de cambios, como el crecimiento inmediato de las especies ya establecidas, así como la llegada y colonización de grupos de especies relacionadas con las condiciones microclimáticas prevalecientes en el claro. Este crecimiento inmediato y la pronta invasión de especies en el claro se debe al incremento brusco de energía lumínica y la alta disponibilidad de nutrimentos en el sitio (Vázquez *et al.*, 1985).

HISTORIA Y ORGANIZACIÓN DE LA SELVA

La selva maya presenta el esquema ejidal y es manejada de forma comunal. Existen aproximadamente 113 ejidos: 56 en Felipe Carrillo Puerto y 56 en José María Morelos (INEGI, 1988), cuyas dotaciones de tierra van desde 4,000 hasta 88,000 ha. De estas dotaciones la superficie forestal permanente para cada ejidatario varía y en algunos es de 35,000 ha o más.

La agricultura de roza-tumba-quema, junto con la extracción forestal, son las principales actividades productivas de los campesinos. Negreros (1991) menciona que la actividad de los campesinos mayas en la selva ha estado orientada a las labores agrícolas y a la recolección de productos útiles; por ejemplo, la hoja de palma la utilizan para los techos de las casas; frutos y hierbas los usan como alimento o medicina, extraen chicle del chicozapote, etcétera. La explotación de la selva se intensificó en este siglo con los procesos de extracción selectiva de caoba y cedro; dicha actividad se conocía como *descremar* la selva. Las maderas preciosas siempre fueron explotadas por contratistas extranjeros que a cambio de una mínima renta conocida como derecho de monte, sacaban de la selva lo que querían (Carreón, 1991), debido a que los campesinos desconocían el valor de los recursos forestales.

En Quintana Roo, el periodo de 1925 a 1953 se caracterizó por la apertura de concesiones a compañías extranjeras para la extracción de madera de caoba y cedro, principalmente. En 1954 se asienta una nueva compañía, Maderas Industrializadas de Quintana Roo (MIQRO) para resolver los errores previos a esa época, la cual cubría una área de 500,000 ha de bosque incluyendo tierras nacionales (60 por ciento) y ejidales (40 por ciento). La mayoría de los ejidatarios dedicaban tiempo a la agricultura sostenible a

baja escala, a la extracción de chicle y ocasionalmente eran empleados por la MIQRO (Argüelles, 1991).

Durante los años sesenta, el Gobierno mexicano promovió programas para colonizar la región antes de finalizar la concesión a la MIQRO, estos ejidos sumaban 500,000 ha dentro de la región. Si bien la concesión está basada en una tecnología silvícola sólida, con un plan de manejo del bosque de 25 años (Ávila, 1960), la población local estaba excluida de las operaciones. El incremento de la población y el esquema exclusivo de manejo y operación apresuraron el aumento de la porción de selva deforestada, en consecuencia, cerca de la mitad del área original del bosque tuvo que ser declarada fuera del acuerdo. En general esto se debió a falta de interés y apreciación de los recursos por el campesino y la industria, así como por los contradictorios arreglos políticos para la colonización del área.

Al terminar la concesión a la MICRO en 1983, una nueva oportunidad se abrió para devolver el control y manejo del bosque a los habitantes locales, a través de un proyecto denominado Plan Piloto Forestal (PPF) que entró en operación en ese mismo año. El PPF inició con la filosofía de que las selvas del país se conservaran en la medida en que fueran una alternativa económica para los campesinos que las habitaban, capaz de interesarlos en su aprovechamiento racional y, por tanto, su conservación (Galletti, 1987; Argüelles, 1991). El PPF incluyó a 10 ejidos con una área total de 300,000 ha, de éstos sólo dedican permanentemente 40 por ciento al manejo del bosque. Estos ejidos albergan 1,189 familias con aproximadamente 14,000 habitantes.

El PPF exigía de la población y de las organizaciones políticas coordinación en acciones financieras y técnicas para su operación. Para ello el gobierno del estado y la Secretaría de Agricultura formaron un comité técnico y un

equipo para trabajar conjuntamente. A la vez se promovió la creación de organizaciones ejidales que pudieran contratar a profesionales forestales que los asesoraran en el aspecto técnico, legal y administrativo; así, en 1986 aparece la Sociedad de Productores Forestales Ejidales de Quintana Roo (SPFEQR), como la primera organización forestal campesina creada en el estado (Janka y Acopa, 1982).

En el periodo de 1986-1987 se tuvo una ganancia de 1.25 millones; la mayoría de estas remuneraciones fueron reinvertidas para el capital de la empresa. La innovación de la técnica incrementó el número de especies explotadas y otros procesos de operación aumentaron la cantidad de trabajos disponibles para los miembros. El bosque fue adquiriendo una tangible valoración por los residentes locales, quienes se interesaron en la conservación y el uso racional de los recursos del bosque (Stöger y Galletti, 1987).

En 1987, el Plan Piloto se aplicó en una región indígena maya, donde se localizan una gran parte de los recursos del estado, setenta ejidos de la zona maya que abarcan 380,000 ha, forman la segunda Organización Forestal Campesina del Estado denominada Organización de Ejidos Productores Forestales de la Zona Maya (Negreros, 1991). Estas dos organizaciones campesinas han intentado incluir un sistema silvícola de explotación y diversificación de las especies del bosque, y es factible que en un periodo no muy lejano se dé un buen manejo ecológico y silvícola que permita su sustentabilidad.

MANEJO DE LA SELVA

La necesidad de manejar las selvas para satisfacer la demanda de productos forestales de los países tropicales, ha

influido en la creación y adopción de métodos silvícolas para el aprovechamiento de las mismas, ya que dadas las características de la alta diversidad y complejidad de este recurso, se dificulta su manejo. La baja densidad de especies de importancia económica ha sido uno de los principales factores de elección de prácticas silvícolas. Diversos métodos para aumentar la regeneración de las especies de interés se han desarrollado distinguiéndose entre éstos, dos corrientes: una es mediante métodos silvícolas de regeneración natural y la otra por medio de plantaciones. La primera corriente fue apoyada por los forestales ingleses cuya influencia se extendió en algunos países africanos por silvicultores franceses (Janka y Acopa, 1982).

La mayoría de las prácticas silvícolas que emplean la regeneración natural tienen como objetivo principal mantener la productividad de la selva, por lo que tienden a simplificar la masa y aumentar la densidad de especies valiosas. El plan de manejo elaborado para estas áreas considera la definición de una Área Forestal Permanente (AFP), para detener el avance de la frontera agrícola y ganadera. El AFP se somete a un ciclo de corta de 25 años, considerando que al iniciar el segundo ciclo se extraerá un volumen maderable proporcional al volumen extraído durante el primer ciclo. Esta premisa se basa en que de acuerdo con la tasa de crecimiento para las especies de interés, los individuos que quedaron en la reserva al iniciarse el segundo ciclo habrán alcanzado el diámetro mínimo de corta requerido según los inventarios forestales para el aprovechamiento de los fustes; el área de corta se divide en cuadros de 1 km de lado (100 ha), en los que se extrae el volumen de madera de acuerdo con la posibilidad anual de cada área (Álvarez, 1987).

El aprovechamiento forestal en el estado; se ha orientado hacia pocas especies como el cedro (*Cedrela odorata*) y la caoba (*Switenia macrophylla*), siendo esta última por excelencia la especie más conocida. En la actualidad se están dando alternativas silvícolas para el uso de más especies. El manejo de la caoba prácticamente consiste en fijar un diámetro de corta como límite de árbol comercial. Dada la importancia que tiene la caoba como especie guía de aprovechamiento forestal en este ecosistema, de continuar la actual tasa de extracción como el modelo de aprovechamiento vigente y de no contar con un método silvícola que permita el establecimiento, sobrevivencia y crecimiento de caoba, su presencia en la selva puede ser escasa o llegar a desaparecer.

En algunos casos el manejo se ha orientado hacia la reducción de especies (eliminación), transformando la vegetación original heterogénea a homogénea, sin embargo, este enfoque ha fallado en muchos casos debido a que surgen plagas que dañan los plantíos, los cuales en su ecosistema heterogéneo tienen controles naturales.

ESPECIES ARBÓREAS CON CAPACIDAD COMERCIAL

Escoto (1987), Argüelles (1991) y Carreón (1991) han propuesto que para evaluar el efecto de diferentes intensidades de corta, sobre el establecimiento, crecimiento y sobrevivencia de la regeneración natural de las especies de interés comercial (tolerantes e intolerantes a la sombra) es necesario conocer y tener mayor información autoecológica de éstas. Para un mejor manejo de la diversidad se ha sugerido por la Sociedad de Productores Forestales (1985) que para la selección de las especies que sirvan como guía

Cuadro 2
 ESPECIES DE LA SELVA MAYA, CON POTENCIAL COMERCIAL

<i>Nombre común</i>	<i>Especie</i>	<i>Tolerancia a la sombra</i>
Amapola	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Intolerante
Boop	<i>Coccoloba</i> sp	Intolerante
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Intolerante
Cátalos	<i>Swartzia cubensis</i>	Intolerante
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	Intolerante
Chechem	<i>Metopium brownei</i>	Intolerante
Huayancox	Desconocida	Intolerante
Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	Intolerante
Sakchaka	<i>Dendropanax arboreus</i>	Intolerante
Siricote	<i>Cordia dodecandra</i>	Intolerante
Tamay	<i>Zuelania guidonea</i>	Intolerante
Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	Intolerante
Yax-nix	<i>Vitex gaumeri</i>	Intolerante
Chactecoc	<i>Sickingia salvadorensis</i>	Intolerante
Copal blanco	<i>Protium copal</i>	Tolerante
Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Tolerante
Negrio	<i>Simarouba glauca</i>	Intolerante
Boobchich	<i>Coccoloba spicata</i>	Tolerante
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>	Tolerante
Zapotillo	<i>Pouteria unilocularis</i>	Tolerante
Katzín	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Tolerante
Kitanche	<i>Caesalpinea gaumeri</i>	Tolerante
K'anixté	<i>Pouteria campechiana</i>	Tolerante
Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	Tolerante

Fuente: P. Negreros Castillo, *Ecology and management of mahogany (Swietenia macrophylla King) regeneration in Quintana Roo*, 1991.

para aplicar las diferentes intensidades de corta, sería conveniente considerar la clasificación tradicional sobre árboles de interés comercial.

De las especies arbóreas conocidas (más de 100), 24 de ellas tienen un valor comercial o pueden tener un potencial para ser comerciales. El cuadro 3 muestra las especies encontradas en la zona, las cuales se agruparon en diferentes categorías, de acuerdo con su grado de tolerancia (tolerantes e intolerantes a la sombra), importancia y/o

Cuadro 3

CLASIFICACIÓN DE ESPECIES MADERABLES DE ACUERDO CON SUS CARACTERÍSTICAS DE COMERCIALIZACIÓN

<i>Grupo</i>	<i>Nombre Común</i>
1. Preciosas	caoba, cedro
2. Blandas blancas	chaca rojo, jobo, negrito, sac-chaca
3. Rojas	amapola, bari
4. Duras decorativas	chechen negro, granadillo, katalox, machiche, ciricote, tzalam, jobillo
5. Duras industriales	bayo, chactecoc, chacteviga, jabin, kaniste, pelmax, pukte

Fuente: Elaboración del autor con base en el trabajo de campo realizado con la Sociedad de Productores Forestales, 1985. Chetumal, Quintana Roo.

potencial comercial, se determinaron como las especies guía para dirigir los aclareos (se bajó el número de individuos de especies no comerciales, cuidando mantener la diversidad), y así favorecer la regeneración de las especies comerciales.

PROPUESTAS DEL PLAN DE CORTA

El sistema silvícola practicado en la selva maya es de tipo selectivo, puesto que sólo son extraídos los árboles comerciales de maderas preciosas y duras que llegan al diámetro de corta; sin embargo, en la actualidad las áreas de corta se determinan con base en los siguientes puntos:

a) La existencia de árboles cortables dentro del grupo de las especies denominadas preciosas deberá ser igual para cada área de corta; se seleccionarán las áreas de corta procurando equilibrar las existencias de árboles cortables de maderas preciosas con otras especies comerciales de la selva.

b) El área de corta debe maximizar la densidad de fustes cortables para así minimizar los costos de extracción e incrementar las posibilidades de desarrollo del arbolado en reserva. Con este método silvícola es notorio que queda una gran cantidad de arbolado sobremaduro sin extraer, árboles conocidos como corrientes, lo que ocasiona la reducción de espacios disponibles para la regeneración de la selva. Los grupos de árboles que involucran un especial manejo se han dividido según el valor e interés de los campesinos y la industria; así los grupos que constituyen un acercamiento a esto se ubican como grupo I y II.

Grupo I: Amapola (*Pseudobombax ellipticum*), xov (*Swietenia macrophylla* King), cedro (*Cedrela odorata*), chicozapote (*Manilkara zapota*).

Grupo II: Bari (*Calophyllum brasiliense*), Bayo (*Aspidosperma cruentum*), chakte-kok (*Cosmocalix* sp), chakte-viga (*Caesalpinia platyloba*), chaka rojo (*Bursera simarouba*), chechen negro (*Metopium brownei*), cilillon (*Pouteria izabaiensis*), granadillo (*Platymiscium yucatanum*), jabin (*Piscidia communis*), jobo (*Spondias mombin*), kaniste (*Pouteria campechiana*), katalox (*Swartzia cubensis*), machiche (*Lonchocarpus castillo*), pasa'ak (*Simarouba glauca*), pukte (*Bucida buceras*), ramón (*Brosimum alicastrum*), sac-chaca (*Dendropanax arboreus*), siricote (*Cordia dodecandra*), tzalam (*Lysiloma bahamensis*), yaa'xnik (*Vitex gaumeri*).

Como resultado de inventarios y observaciones se ha calculado la posibilidad de corta por grupo de especies considerando un ciclo de corta de 25 años y diámetro mínimo de 55 cm para el grupo I, y de 25 años y 35 cm de diámetro para el grupo II.

Para la definición del ciclo de corta, se toma en cuenta el parámetro de la empresa MIQRO para modificar las categorías diamétricas de los árboles inferiores al diámetro

Cuadro 4
CATEGORÍAS DEL CICLO DE CORTA (MIQRO)

<i>Categoría</i>	<i>Gupo I</i>	<i>Grupo II</i>
Cortable	55 cm o más	35 cm o más
Reserva	35 a 54 cm	25 a 34 cm
Repoblado	15 a 34 cm	15 a 24 cm
Regeneración	15 cm	15 cm

mínimo de corta, considerando un crecimiento en diámetro de 8 mm anuales para un grupo de especies y de 4 mm anuales para el otro.

Observaciones de campo indican que la caoba en sus primeros años de vida tiene un crecimiento rápido en altura que le permite alcanzar el dosel superior. Con frecuencia se puede observar que la caoba llega al dosel superior cuando tiene alrededor de 25 cm de diámetro. A partir de este momento, logra captar la luz necesaria que le permite iniciar su crecimiento diamétrico. Estas observaciones hacen pensar que el mayor crecimiento diamétrico en la caoba se da entre 30 y 50 cm de diámetro. Así, se estableció un diámetro mínimo de corta para la caoba en 55 cm.

El diámetro mínimo de corta de las otras especies se define principalmente por los diámetros máximos característicos de cada especie y la posibilidad de producir madera de buena calidad para la venta. Por ejemplo, el chechen y el katalox son árboles que cuando alcanzan un diámetro mayor a 40 cm suelen estar huecos con pudrición en el centro, por el contrario, la amapola, el cedro, el chicozapote y el pich con diámetros similares a la caoba suelen estar sanos. Considerando como elemento central el crecimiento medio anual de cada especie y las reservas que quedan para el siguiente ciclo de corte, se deben tomar en cuenta

dos premisas: primero, el método silvícola debe ser lo más cercano posible a la naturaleza y segundo, no experimentar prácticas silvícolas que impliquen inseguridad en el abastecimiento de la empresa, o gastos innecesarios que descapitalicen al grupo campesino.

EJEMPLO DE ORGANIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LA SELVA (EJIDO NOH-BEC)

En el aprovechamiento de los bosques mayas de Quintana Roo se observan diferencias notables en los niveles de organización y administración de uno a otro ejido. En ese orden, se hace evidente la mayor capacidad de los ejidos que ofrecen como producto madera aserrada. Algunos de estos ejidos han establecido pautas en el manejo y organización, definiendo un complejo sistema de jerarquías y división del trabajo que se manifiesta en las actividades de campo, transporte y aserrío, como se señala en los siguientes párrafos.

Explotación de la materia

Proceso en campo. Para iniciar el aprovechamiento de árboles en los bosques tropicales, se realiza un estudio dasonómico que consiste en un inventario, el cual determina con qué especies se cuenta, así como su densidad (número de árboles cortables por área). Una vez determinada el área de corte en la selva, ésta es cuadrículada por personal del área de campo de la empresa ejidal maderera. Orientándose con brújulas se ubican pequeñas áreas de 500 por 500 metros, posteriormente se localizan sitios para el esta-

blecimiento de centros de acopio de troncos en monte, llamados bacadillas (claros de aproximadamente 60 m de diámetro en medio de la selva, donde se hace acopio de la madera extraída de la selva, se sana, clasifica y embarcan los troncos hacia el aserradero). Para hacer el cuadrículado se necesitan una o dos personas que sepan usar brújula y dos o tres macheteros (personas que van abriendo brecha).

Determinada y cuadrículada el área de explotación, se hace lo que se conoce como *monteo*, realizado por personal que trabaja a destajo, y que consiste en localizar los árboles susceptibles de ser aprovechados, hacer brecha hacia ellos y marcarlos. Las maderas preciosas como la caoba y el cedro, y las blandas como la amapola, deben tener a 1.40 m de altura, un grosor de 55 cm de diámetro como mínimo. Las maderas duras y blandas, a esa misma altura deben tener 35 cm de diámetro como mínimo. Sólo con estas medidas deben marcar los *monteadores*. Después de esto, dos auxiliares del jefe de campo llamados capitanes, verificarán el trabajo de los monteadores. La aprobación de los capitanes se realiza sellando el árbol con un registro establecido para la empresa, y tomando los datos de especie, altura y diámetro. Otra de las funciones de los capitanes es sanear el monte, es decir, eliminar los árboles de madera dura que estén huecos o enfermos, que no se tumban por los costos que ocasionan. Los capitanes también supervisan el despunte correcto, que es hasta donde el árbol se ramifica (fuste) y que lo realiza personal del área de maquinaria; además, los capitanes tienen la facultad de indicarle al operador de maquinaria que no arrastre algún fuste. Derribar es otra etapa del proceso de campo. Se acostumbra usar hasta cuatro tumbadores pagados a destajo, que pueden ser las mismas personas que montean, y que al día derriban en promedio 35 caobas, o 50 de otro tipo

(duras o blandas). Cabe aclarar que este es un trabajo bastante calificado por el riesgo que implica, sobre todo para tumbar caoba. Después de que los árboles han sido tumbados y despuntados, los fustes se arrastran hasta la bacadilla a través de la selva por medio de maquinaria *tree farmer*, con gran potencia y capacidad de arrastre.

Una vez llegados los fustes a la *bacadilla*, personal de fijo en la misma, se dedica a sanear la madera, que no es otra cosa que el aprovechamiento de las partes del fuste que no estén huecas o enfermas y que se pueden comerciar. Normalmente los fustes que llegan a la bacadilla tienen una proporción de su masa enferma, o hueca del corazón. En maderas preciosas las trozas que no estén huecas o enfermas y que tengan como mínimo 7 m de largo, se les clasifica como de primera. Las partes huecas que se puedan aprovechar (únicamente en maderas preciosas), se reconocen como maderas secundarias. De tal manera que sanear consiste en ir cortando trozos con motosierra, eliminando partes dañadas hasta encontrar las partes aprovechables. Cabe aclarar que el jefe de monte es el encargado de dirigir el saneado de la madera, asimismo es responsable de todo tipo de trabajo en campo y de la calidad de madera en troza que llegue al aserradero. Es un hecho que en caoba la parte aprovechable del fuste, por lo hueco, enfermo o defectuoso que pueda estar, es poca. En esta zona el fuste de caoba llevado a bacadilla mide entre 7 y 8 m de largo, tiene en promedio 1.8 m³, y su rendimiento en tabla es aproximadamente de 60 por ciento en promedio, es decir, 1.08 m³. En maderas preciosas las trozas mandadas al aserradero como madera de primera, mínimo deben medir 12 pies de largo, 30 cm de diámetro y no estar huecas. Las trozas de madera secundaria mandadas al aserradero son aquellas que están huecas, pero que en buena proporción

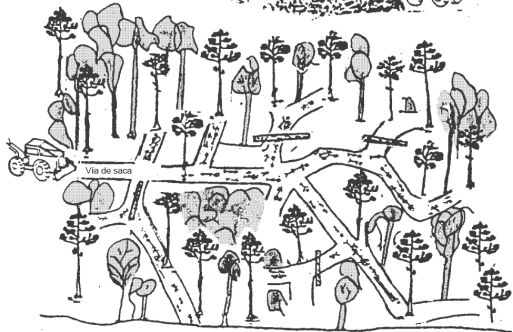
se pueden aprovechar, esto es, las que no alcanzan 12 pies de largo, pero como mínimo tienen hasta 6 pies. En maderas corrientes tropicales no se clasifican trozas como secundarias, todas van por igual, ya que aquellos árboles que se detecten como huecos no se derriban, por el costo que ocasionarán durante todo el proceso. Si se toma en cuenta que por árbol derribado sólo se lleva a la bacadilla el fuste, que es la parte que va del tronco a la primera rama, el aprovechamiento de la masa vegetal por árbol es mínimo. Saneada la madera y clasificada, se procede a medir volúmenes por troza (cubicar), para lo que hay un responsable (cubicador). Esta misma persona martilla a la troza (sello registrado del ejido) y la numera. El siguiente paso es transportarla al aserradero.

Figura 3
 REPRESENTACIÓN DEL MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE MADERA
 EN ZONAS EJIDALES DE LA SELVA MAYA

Bacadill



Tree farmer tractor de extracción



Proceso de aserrío. Llegadas del campo, las trozas son seccionadas en largas y cortas dimensiones. Una vez que la troza es puesta en el carro por cuatro individuos: dos arrimadores y dos volteadores (de los arrimadores uno de ellos lleva el registro de volumen aserrado), la troza pasa por la sierra. En esta parte del proceso intervienen cuatro operarios: aserrador, gramilero, engrapador y cuñero.

El aserrador toma las decisiones de cómo aserrar una troza; el gramilero da las medidas correctas en las que van a salir las tablas; el engrapador, que es ayudante del gramilero, fija las trozas en el carro y el cuñero se encarga de recibir las tablas y controlar la guía de la sierra.

La siguiente etapa es mandar la tabla al desorillado, donde se ocupan un desorillador y su ayudante (desorillar es quitarle la corteza de las orillas a la tabla y darle calidad). Enseguida la tabla pasa al cabeceado, donde un pedulista y su ayudante emparejan los cortes, buscan dar las medidas y la mejor combinación de calidad; además, el ayudante anota el largo de la tabla. Después, la tabla es cubicada por una persona, que se encarga de darle la categoría, que puede ser cualquiera de las siguientes: 1) *Mill run*, largas dimensiones, cortas dimensiones; 2) Rechazo largas dimensiones o cortas dimensiones. Las de largas dimensiones deben tener de 1.80 m en adelante y las de cortas dimensiones de 1.50 m o menos. Por último, la madera es estibada procurando que tenga una orientación y colocación adecuadas, de tal manera que se dé un buen secado natural.

Explotación del chicle

Recolección del látex. El periodo de la recolección en los bosques tropicales de Quintana Roo, es del mes de julio al

mes de enero. La organización es a través de cooperativas de chicleros que realizan el trabajo en los bosques de sus propios ejidos. Hasta los años sesenta la organización del chiclero consistía en formar grupos de 10 a 20 hombres que establecían un hato (campamento) en la selva, que era su casa durante toda la temporada de recolección. Hoy día, lo normal es que el chiclero vaya y venga diariamente de su casa a las áreas donde chiclea, mediante los caminos que se han hecho en la selva, en bicicletas, motocicletas, bestias o caminando.

El chiclero recibe de la cooperativa un adelanto para comprar víveres y herramientas. Con este equipo el chiclero se va al monte a realizar su trabajo, para el que necesita un equipo que se compone de: machete, soga, liana, espolo-

Figura 4
RESINADO DEL ÁRBOL DEL CHICLE DENTRO DE UN SAPOTAL
EN LA SELVA DE QUINTANA ROO



nes, bolsa de lona y un depósito para 50 kg. Ya en el monte, encontrado el árbol por aprovechar, éste se pica (el resinado se realiza cada 5 o 6 años en forma de canales sobre la corteza, alrededor del tronco y hacia arriba. Para hacer esto, el chiclero tiene que subir por el árbol hasta 15 o 20 m de altura, con la soga utilizada como maneadas, y los espolones que lo fijan al tronco) un día, se recoge la resina hasta el otro día y se lleva en bolsa de lona (*chivoñ*) hasta un depósito. Con tres o cuatro árboles picados por día, se obtienen de 5 a 6 kg de látex. Cuando el chiclero ha juntado en el depósito alrededor de 50 kg, la resina se cocina en una paila para que quede seca, sin humedad. Se hacen marquetas de 10 kg y se llevan a bodega, donde se pesan y el recolector recoge un vale al entregar el producto. Después de concluida la temporada, el chiclero recibirá una liquidación por el producto entregado y se le deducirán los anticipos que haya recibido.

Proceso del carbón

El proceso de reproducción del carbón en la zona maya de Quintana Roo se realiza con mano de obra familiar; en los ejidos se ocupa la madera de cualquier especie arbórea y arbustiva, principalmente de majahua (*Hampea trilobata*), x'uul, piij, canchunup (*Thouinia paucidentata*), ya'axnic (*Vitex gaumeri*) y el dzilzilche (*Gymnopodium floribundum*), con excepción del chacá (*Bursera simaruba*), la amapola (*Pseudobombax ellipticum*) y chechem negro (*Metopium brownei*). También es común aprovechar la madera de la roza o tumba, donde se hace la milpa. Para esto es necesario hacer en el campo un horno de 2 m de diámetro (para producir de 100 a 110 bolsas de 18 a 20 kg), donde

se mete la madera que se hará carbón. Teniendo la madera en el lugar, se cortan pedazos de diferentes tamaños:

1° corte 0.60 m

2° corte 0.80 m a 1.00 m

3° corte 1.20 m a 1.30 m

4° corte 1.40 m a 1.45 m

5° corte 1.60 m

El proceso para producir el carbón necesita casi un mes, y consiste en limpiar el sitio escogido para levantar el horno; cortar la leña y acarrearla; colocar la leña en lo que será el horno; construir el horno con tierra y yerbas, cuando ya está colocada la madera; ponerle fuego que dure de tres a cuatro días y finalmente sacar el producto. Este es un trabajo muy fatigoso y bastante mal remunerado, que le permite a los campesinos que lo realizan, obtener un ingreso adicional al producto de sus milpas. Cada productor de carbón y su familia realizan el proceso siete u ocho veces por año.

Proceso de producción de durmientes

Uno de los aprovechamientos forestales importantes en Quintana Roo es la producción de durmientes para vías de ferrocarril, que se hace con las maderas duras de la región como el chechem negro (*Metopium brownei*), jabin (*Piscidia communis*), ya'axnic (*Vitex gaumeri*), chacte koc (*Cosmocallis* sp.), katalox (*Swartzia cubensis*) y chacte viga (*Caesalpinia platyloba*) entre otros. Debido a que los ejidos forestales de Quintana Roo están organizados en sociedades, los compromisos de volumen de producción con los contratistas se hacen a través de la sociedad, asimismo ésta ya tiene determinadas las áreas de explotación. Un ejido puede obtener permiso de las autoridades ejidales para producir un poco

más de 2,000 durmientes. Al interior de cada ejido se decide el número de unidades por producir, dependiendo de los participantes. Los durmientes se hacen en forma artesanal, ya sea con hacha o con motosierra. Se trata de poliedros rectangulares que deben tener 2.45 m de largo; 20 cm en dos de sus lados y 7 cm en los otros dos lados.

El aprovechamiento del arbolado se da de la siguiente manera: en el monte, elegidos los sitios, se escoge el árbol por derribar, el cual debe tener 35 cm de diámetro a 1.40 m de altura. Por árbol derribado pueden obtenerse de uno a cuatro durmientes. Derribado el árbol se cortan trozas de 2.45 m, que se marcan por los lados con las medidas requeridas para el durmiente. Cuando el trabajo se hace con hacha se le llama labrado; ésta es la única herramienta con la que se le da forma. Normalmente por jornada de trabajo, un hombre hace tres durmientes. Incluyendo el tirado del árbol, un durmiente se hace en un tiempo de dos horas; si sólo es el durmiente, el tiempo será alrededor de una hora con treinta minutos. Difícilmente un hombre hará más de cuatro durmientes en una jornada, por lo rudo y cansado del trabajo. Para elaborar durmientes también se utiliza una motosierra, la misma con la que se derriba el árbol. En esta forma, con todo y el derribe, un hombre, dependiendo de su destreza, puede hacer de cinco a once durmientes en una jornada de siete horas. Finalmente los durmientes se sacan a “mecapal” hasta una bacadilla, donde se embarcarán hacia su destino.

Otros recursos que se aprovechan de la selva son:

1. Madera para la construcción de casas: palizada y postes.
2. Guano para el techo de las casas.
3. Algunos frutos silvestres y forrajes de Ramón.
4. Fauna para alimentación.

La madera que usan los campesinos para la construcción de sus casas habitación se aprovecha de la selva, se compone de las diversas especies que existen y la llaman palizada. Se utiliza para la estructura, que son los horcones y las vigas; así como para las paredes llamadas bajareque, que se construyen de varas unidas y amarradas con bejuco. La palizada constituye aproximadamente 65 por ciento del total de la construcción. El guano yucateco (*Sabal yapa*) es un recurso de suma importancia para la población rural de la Península de Yucatán, y no podía ser la excepción en Quintana Roo. Se trata de una palma silvestre que se encuentra en el monte, pero que también se le localiza en los huertos familiares. Cabe decir que en los pueblos mayas del estado de Yucatán, se le encuentra en gran cantidad en parcelas y solares, donde se le da un manejo al recurso para su aprovechamiento, por el beneficio que representa para la familia como un bien renovable, tanto por su uso doméstico, como por su venta, ya que es bastante apreciado en los centros turísticos. En la zona maya de Quintana Roo, su uso principal es como techo de las casas habitación, por lo que es una planta protegida por los campesinos. La palma no se corta en su totalidad, sino que sólo se aprovechan las hojas maduras que no sean cojollo, es decir, se deja las hojas tiernas de la punta, ya que esto ayuda al proceso de regeneración (ciclo de dos a tres años) y crecimiento de la planta, lo que permite seguir aprovechándola.

Aprovechamiento de la fauna silvestre

Los campesinos mayas ubican la necesidad de cazar por tradición cultural y para el abastecimiento de proteínas. Obligados por sus necesidades y de acuerdo con las alter-

nativas que se le presentan, dedican la mayor parte de su tiempo a ciertas actividades que les proporcionan un sustento seguro e inmediato como es el aprovechamiento de madera, extracción de chicle y producción de carbón, pero invariablemente completan su sustento con otras actividades consideradas secundarias, como la caza y la recolección de frutos y plantas completas. Aunque el campesino siempre porta sus armas para cazar, en el desarrollo de sus actividades prioritarias sólo “tiran” un animal si se les atraviesa a su paso, considerándolo como de su propiedad por ser un regalo de la naturaleza, ya que se los ofreció sin necesidad de buscarlo. Los demás ejidatarios respetan esta costumbre en el supuesto de que el animal es de quien lo ve primero y lo caza, si lo comparte o vende su carne a sus compañeros, o en algunos casos lo comercializa para restaurantes de la región, será su decisión.

En general en la selva se caza muy poco; las áreas de caza son en su mayor parte las áreas perturbadas, como la milpa y los acahuales, esto se debe principalmente a que, aunque la selva debe ser considerada como el hábitat de la fauna silvestre, ésta se desplaza en ciertas horas de la noche y del día, a la milpa y a los acahuales buscando su alimento de manera más fácil. Así, a la milpa y a los potreros llegan animales considerados perjudiciales como los tepezcuintles, mapaches, tejones, jabalíes e incluso jaguares y otros menos dañinos como el venado, armadillo y sereques, los cuales cazan los campesinos con el pretexto de que son una plaga que daña sus cultivos.

La fauna de esta selva es muy rica; sobresalen especies de tipo cinegético, por ejemplo, una gran variedad de aves como: la perdiz (*Tinamus mayor*), hocofaisán (*Crax rubra*), cojolite (*Penelope purpurascens*), chachalaca (*Ortalis vetula*), pavo de monte (*Agriocharis ocellata*) y palomas (*Clum-*

ba sp.). De los mamíferos podemos encontrar al tlacuache (*Didelphis marsupialis*), saraguato (*Alouatta palliata*), mono araña (*Ateles geoffroyi*), oso hormiguero (*Tamandua tetradactyla*), armadillo (*Dasybus novemcinctus*), ardilla gris (*Sciurus* sp.), puerco espín (*Coendu mexicanus*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*), sereque (*Dasyprocta punctata*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), mapache (*Procyon lotor*), tejón (*Nasua narica*), mico de noche (*Potos flavus*), comadreja (*Mustela frenata*), zorrillo (*Mephitis* sp.), cabeza de viejo (*Tayra barbara*), jaguar (*Felis onca*), puma (*Felis concolor*), tigrillo (*Felis wiedii*), ocelote (*Felis pardalis*), leoncillo (*Felis yagouaroundi*), tapir (*Tapirus bairdii*), ja-

Figura 5

SE REPRESENTA LA DIVERSIDAD DE LA FAUNA SILVESTRE
CARACTERÍSTICA DE LA SELVA MAYA DE QUINTANA ROO



1. *Ramphastos sulfuratus*; 2. *Cyanocorax morio*; 3. *Ciccaba viigata*; 4. *Cyanocorax mono*; 5. *Phaethornis* sp.; 6. *Crax rubra*; 7. *Tinamus major*; 8. *Agiiocharis ocellata*; 9. *Caluromys derbianus*; 10. *Tamandua mexicana*; 11. *Dasybus novemcinctus*; 12. *Ateles geoffroyi*; 13. *Alovata pigra*; 14. *Agouti paca*; 15. *Dasyprocta punctata*; 16. *Urocyon cinereoargenteus*; 17. *Nasua Larica*; 18. *Taxidea taxus*; 19. *Eira barbara*; 20. *Felis onca*; 21. *Felis pardales*; 22. *Felis wredii*; 23. *Felis yagouaroundi*; 24. *Tapirus bairdii*; 25. *Tallasus pecari*; 26. *Tallasus tasacu*; 27. *Masama americana*.

balí de collar (*Pecari tajacu*), jabalí de labios blancos (*Tayassu pecari*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), temazate (*Mazama americana*), dentro de los reptiles es común la iguana negra. De las especies de fauna silvestre no cinegéticas se detectaron al zopilote (*Coragyps atratus*), gavilán (*Buteo nitidus*), loro (*Amazona* sp.), búho (*Otus asio*), lechuza (*Glaucidium brasilianum*), colibrí (*Amazilia yucatenensis*), tucán (*Ramphastus sulfuratus*), martín pescador (*Cerile torquata*), calandria (*Icterus* sp.), y cardenal (*Richmondea cardinalis*).

Respecto a reptiles, se encuentra a la boa (*Boa constrictor*), coralillo (*Micrurus browni*), víbora de cascabel (*Crotalus* sp.), nauyaca (*Bothrops* sp.), basilisco (*Basiliscus vittatus*), cocodrilo (*Crocodylus moreletti*), tortuga marocoy (*Ataurotypus triporcatus*), tortuga jicotea (*Pseudemys scripta*) y tortuga blanca (*Dermatemys mawei*). Hay fauna silvestre a la que le favorece la alteración del bosque natural (venado cola blanca, jabalí de collar, tepezcuintle, tejón, armadillo y el mapache), de las cuales a futuro deben aprovecharse preferentemente en estas áreas para evitar su propagación, principalmente las dañinas a los cultivos. Hay otras especies a las que les es indispensable la cubierta forestal, natural, así por ejemplo, el tezamate Jahuilla y el faisán, por lo que se hace necesario el bosque para conservar estas especies. El manejo de la fauna silvestre puede ser una alternativa económica más de la selva.

CONCLUSIONES

Las 24,500 ha sometidas anualmente a la explotación forestal, más la gran superficie de vegetación secundaria, representan una riqueza potencial y constituyen un reto

para su manejo y aprovechamiento sustentable. Todo manejo sustentable debe basarse en el conocimiento de los factores que determinan su equilibrio. Tomando en cuenta que la cantidad de información relacionada con el ecosistema tropical y sus procesos, aprovechamiento y manejo forestal es aún limitada, podrían englobarse cuatro grandes áreas de investigación que requieren atención inmediata:

1. Se desconocen gran cantidad de conocimientos básicos acerca de la biología y ecología de la producción de las especies arbóreas tropicales, como: relación suelo-agua-clima-vegetación-animales-plantas, fenología, producción de semillas dispersión, etcétera. Por tanto, es una de las áreas prioritarias más importantes por considerarse en la investigación debido a las bases ecológicas que se generan para el desarrollo de la silvicultura y la garantía de regeneración de las especies comerciales.

2. No existen estadísticas acerca del crecimiento y producción de la mayoría de las especies maderables. No hay información sobre el crecimiento anual, y la cantidad que puede extraerse, sin poner en peligro la producción de la selva. El estudio con respecto al crecimiento y producción de las selvas es una área prioritaria de la investigación.

3. El efecto de los métodos de explotación de madera sobre la selva intervenida, especialmente sobre la regeneración de las especies comerciales entre ellas la caoba, ya que se ha observado que el sistema de corta como el acarreo de trozas causan un fuerte daño al arbolado remanente y retrasan la regeneración.

4. Las selvas presentan una regeneración rica y abundante, no obstante la regeneración natural, especies de valor comercial como la caoba y el cedro, en relación con las demás no es muy significativa debido principalmente a los

déficits de factores ecológicos que prevalecen y específicamente subóptimas intensidades de luz como alta competencia interespecífica. Por tanto, hay que orientar la investigación a la determinación de métodos eficaces para aumentar la regeneración de éstas. (Bertoni y Juárez, 1980).

Hablar del cultivo de la selva o hacer silvicultura se traduce entonces en orientar la composición florística, densidad y crecimiento de las masas forestales hacia fines específicos, mismos que son establecidos por las necesidades que el hombre tiene. En este caso hablamos de la producción de las especies de interés económico, no de una o dos especies, sino de 15 o 20. Asimismo, el éxito de la intervención del silvicultor en el aprovechamiento, está vinculado con la información disponible sobre las estrategias de regeneración y crecimiento de las especies maderables de importancia económica, lo cual influirá definitivamente en su decisión final. Cabe señalar que mientras no se le dé gran importancia a la silvicultura, a los resultados de investigación de esta área; no exista un fomento forestal, una voluntad política y seguimos como hasta ahora, el proceso del saber a la inversa, pues pretendemos sustituir a la ciencia con el empirismo, siempre con el pretexto que es muy caro, que somos un país pobre y que urgen soluciones prácticas, el deterioro de los recursos naturales forestales tropicales seguirá a grandes pasos.

La estratificación del bosque, que funciona como un filtro que extrae nutrimentos del agua que penetra en el bosque. En este sentido, los organismos epifíticos (bacterias, algas, líquenes briofitas) pueden jugar un papel muy importante; algunos de ellos pueden incluso fijar nitrógeno del aire.

Se concluye que la utilización de los bosques de la selva tropical deben tener como condición a la preservación, la

recuperación rápida de la misma, especialmente en relación con el sistema de raíces, similar a la que existía en el bosque natural. Los bosques tropicales son actualmente deforestados para el establecimiento de una ganadería extensiva o de monocultivos, lo que trae como consecuencia un lavado y pérdida de nutrimentos, que hace que dichos sistemas fracasen en pocos años debido al agotamiento de la tierra. Una vez deforestado el bosque y quemada la vegetación, la gran cantidad de nutrimentos acumulados en las cenizas, sobre la superficie del suelo, siguen tres vías:

1. Son lavados por las lluvias a través del perfil produciéndose pérdidas por lixiviación.
2. Son arrastrados por escorrentía superficial.
3. Una fracción de ellos los aprovechan las plantas.

Como resultado de lo anterior, los pastos y cultivos establecidos producen bajos rendimientos, se degradan; los pastizales se hacen más pobres y menos palatables, y los cultivos disminuyen su rendimiento en forma acelerada; todo ello unido a una permanente degradación de la estructura del suelo por la acción directa de las lluvias. Son de particular interés los Sistemas de Producción Integrados del tipo multi-estrata, desarrollados tanto para fines de subsistencia como para fines de capitalización, al estar constituidos por una mezcla de especies se aproximan o imitan biológica y ecológicamente al sistema original del bosque. Su implantación puede ser iniciada en el transcurso de una rotación clásica de cultivos de ciclo corto, requiriendo de las especies perennes poco trabajo adicional.

Las características de estos sistemas multi-estrata serán pluriespecíficas, verticalmente estratificados, con pisos

distintos para alcanzar un índice elevado de autosustentación, estarán constituidos por especies perennes alimenticias o especies forestales, y eventualmente especies de ciclo más corto, no anuales, que por razones de propagación se asemejan a las especies perennes.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, A., *Perspectivas de la regeneración natural y de las plantaciones de enriquecimiento en áreas de aprovechamiento de los ejidos del Plan Piloto Forestal de Quintana Roo*, Taller Internacional sobre Silvicultura y Manejo de Selvas, Chetumal, Quintana Roo, México, SARH-COFAN-FAO, 1987.
- ARGÜELLES, S. L. A., *Plan de Manejo Forestal para el Bosque Tropical de la Empresa Ejidal Nohbec*, tesis de licenciatura, México, Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques, Universidad Autónoma Chapingo, 1991.
- ÁVILA H., M., *Ordenación de los Bosques de la Península Yucateca*, Fifth World Forestry Congress Proceedings, Seattle, University of Washington, 1960.
- BERTONI, V. R. y G. Juárez, "Comportamiento de nueve especies forestales tropicales plantadas en 1971 en el C.E.F.T.", *El Tormento*, México, Ciencia Forestal, 1980.
- CARREÓN, M. M., *Desarrollo de una metodología para el establecimiento de sitios permanentes de muestreo en los ejidos forestales de la zona Maya de Quintana Roo*, tesis de licenciatura, México, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, 1991.
- ESCOTO, J. C., *Estudio florístico de una selva mediana subperennifolia en la parte central de Quintana Roo*, tesis profesional, Las Agujas, municipio de Zapopan, Jalisco, 1987.
- GALLETTI, H. A. y A. Argüelles, *La experiencia en el aprovechamiento de las selvas en el estado de Quintana Roo, México:*

- del modelo forestal clásico a un modelo forestal alternativo*, Chetumal, Quintana Roo, SARH-COFAN-FAO, 1987.
- JANKA, H. y D. Acopa, *Bases para la formulación de una política forestal para el estado de Quintana Roo, con referencia especial a los aprovechamientos forestales*, Propuesta para el Gobierno del Estado de Quintana Roo, México, 1982.
- NEGREROS CASTILLO, P., *Ecology and management of mahogany (Swietenia macrophylla King) regeneration in Quintana Roo, México, USA, Ames Iowa*, 1991.
- PEZET, V. M., *Horno de mampostería para la producción de carbón vegetal*, tesis de licenciatura, México, ENEP-I UNAM, 1992.
- SNOOK, L. K., *Stand dynamics of mahogany (Swietenia macrophylla King) and associated species after fire and hurricane in the tropical forests of the Yucatan Peninsula*, México, Yale University, 1993.
- STÖGER, N. y H. Galletti, *El efecto silvicultural del sistema de aprovechamiento actual en el sur de Quintana Roo*, Ponencia presentada en el Taller Internacional sobre Silvicultura y Manejo de Selvas, Chetumal, México, SARH-FAO, 1987.
- TELLES O., S. Sousa y E. Cabrera, *Imágenes de la flora quintanarroense CIQRO, Puerto Morelos Quintana Roo*, 1982.
- VÁZQUEZ YÁÑES, C. y Guevara, “Caracterización de grupos ecológicos de árboles de selva húmeda”, en S. Gómez-Pompa y R. del Amo (eds.), *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas*, México, INIREB, 1985.

La aplicación de los sistemas de información geográfica en la evaluación de los recursos naturales: caso subcuenca del río Cuxtepeques, Chiapas

Gerardo Noriega Altamirano
Sergio Cruz Hernández

INTRODUCCIÓN

El Sistema de Información Geográfica (SIG) es un conjunto de datos geográficos, formado por una base de datos, un software para gestionar la base, una interfase que permite a los usuarios administrar los datos para la aplicación específica y el equipo informático.

En la agricultura, es creciente la adopción de sistemas de precisión de sitios geográficos, cuya importancia es el manejo y análisis de datos; por ejemplo, permite analizar capas de información construyendo mapas geográficamente referidos a un sistema digital cuyas capas pueden ser analizadas y producir escenarios de respuesta, interpretaciones y/o recomendaciones.

Disponer de un SIG representa un conjunto de capas de información digital con tablas de datos alfanuméricas asociadas a cada una de ellas, referidas a un mismo punto del territorio, al cual le corresponde la misma localización, es decir, las mismas coordenadas en todos los mapas considerados en el sistema de información; con ello resulta posible realizar análisis de las características espaciales y

temáticas para obtener un mejor conocimiento de la zona objeto de estudio.

Un SIG representa: *a)* una tecnología aplicada a la solución de problemas territoriales; por ejemplo, se aplica al inventario de los recursos naturales, humanos; *b)* control y gestión de datos catastrales y de propiedad urbana y rústica; *c)* planificación y gestión urbana y equipamientos; *d)* la cartografía y gestión de redes (telefónica, abastecimiento y evacuación de aguas, transporte, etcétera); *e)* diferentes mapas de uso del suelo, cultivos, suelos, fertilidad y remoción nutrimental; uso agrícola potencial, agroforestal, otros, potencialidad agroecológica, restauración ambiental, entre otros.

En realidad, un Sistema de Información Geográfica es útil en cualquier área donde el manejo de información espacial debe ser fiable, exhaustiva y frecuentemente actualizada, como en el caso de la agricultura; así, hoy día la herramienta SIG es útil para los agricultores, consultores, planificadores y responsables en la toma de decisiones.

Las aplicaciones de los SIG en la actualidad han cobrado auge en todos los quehaceres de aquellas personas que se dedican a la producción agrícola y a la protección de los recursos naturales, es así como se ilustra un SIG desarrollado en el estado de Chipas, que contiene información de la subcuenca del río Cuxtepeques, enfatizando en el Distrito de Riego 101 Cuxtepeques.

El objetivo del presente trabajo es presentar un Sistema de Información Geográfica (SIG) con cartografía base en escala 1:50,000 para la subcuenca del río Cuxtepeques que contiene los principales rasgos físicos, hidrológicos, infraestructura, así como la fertilidad del suelo; con dicha herramienta los que toman decisiones pueden emprender acciones orientadas a restaurar los recursos naturales.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE CHIAPAS

El estado de Chiapas se ubica en el contexto nacional en la región del sureste y parte del Istmo de Tehuantepec; colinda al norte con el estado de Tabasco, al este con la República de Guatemala, al sur y sureste con el Océano Pacífico y al oeste con los estados de Veracruz y Oaxaca. Chiapas cuenta con una superficie de 74,211 km² y ocupa el octavo lugar por su extensión en el país. Las coordenadas geográficas en las que se encuentra Chiapas son: 14° 26' 11" y 17° 58' 33" de latitud norte; 90° 39' 14" y 94° 08' 03" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

El espacio geográfico estatal

Por la latitud a la que se encuentra Chiapas y su geomorfología constituye un espacio intertropical cuyas características regionales específicas están definidas por su relieve, clima, hidrología y vegetación; éstas definen en gran medida las regiones fisiográficas y las de carácter socioeconómico.

El espacio geográfico representa el medio donde se desarrollan actividades y relaciones socioeconómicas, producto de la historia de la sociedad, quienes con el uso de la técnica producen dicho espacio y la expresión visible es la arquitectura del paisaje.

LAS REGIONES DE CHIAPAS

La región ha sido considerada como la categoría básica en la planeación del uso de los recursos y el conocimiento del desarrollo económico regional; la región es la síntesis de

los factores naturales, demográficos y económicos sociales, producto del desarrollo.

El Gobierno de Chiapas hace una división política-administrativa, donde divide al estado en nueve regiones económicas: Centro, Altos, Fronteriza, Frailesca, Norte, Selva, Sierra, Soconusco e Istmo Costa. Para efectos del siguiente trabajo se toma como base esta división enfatizando en la Frailesca, región donde se ubica el Distrito de Riego 101 Cuxtepeques, objeto del presente trabajo, cuyo centro de aparición se encuentra en la población de Independencia ubicada en las siguientes coordenadas: 16° 05' 08" de latitud norte y 92° 54' 40" de longitud oeste.

Región Frailesca

Esta región se ubica en la porción conocida fisiográficamente como Depresión Central, conformada por los municipios Ángel Albino Corzo, La Concordia, Villa Corzo y Villa Flores; como se muestra en el cuadro 1.

Como consecuencia de la latitud altitud su orientación noroeste-sureste y su exposición fisiográfica de la Depresión Central y la Sierra Madre, la Frailesca es una región

Cuadro 1
DATOS GENERALES DE LOS MUNICIPIOS DE LA FRAILESCA, CHIAPAS

<i>Municipio</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Altitud T (°C)</i> <i>P (mm)</i>	<i>Clima</i>
Ángel Albino				
Corzo	15°52' 92°43'	640 21.1	2185.0	Aw2(w)igw''
La Concordia	16°07' 92°41'	540 24.0	1616.4	Aw2(w)(i')g,
Villa Corzo	16°11' 93°16'	580 22.0	1200.0	Aw2(w)(i')gw''
Villa Flores	16°14' 93°17'	540 24.3	1180.6	Aw1(w)(i')gw''

Fuente: Elaboración del autor.

ambiental típicamente del trópico seco, donde predomina el clima cálido-húmedo con lluvias en verano y con presencia de canícula; si bien es cierto que no siempre afecta a los cultivos, en algunos años sí constituye una limitante para los cultivos que dependen de la precipitación.

Las características ambientales como temperatura y precipitación dependen en gran medida de las condiciones descritas anteriormente, pero hay que agregar que otro factor importante es el viento sobre todos los sitios, así como los nortes de época fría; los primeros originan en su parte superior las denominadas ondas del Este, aportando importantes precipitaciones incluso en invierno ya que de otra manera, es muy frío el alisio y entra a la región de la selva, pero manifestado su efecto en la parte superior de la cuenca, debido a que esta humedad al precipitar constituye un aporte importante al interior de la cuenca.

LA FRAILESCA DE CARA AL SIGLO XXI

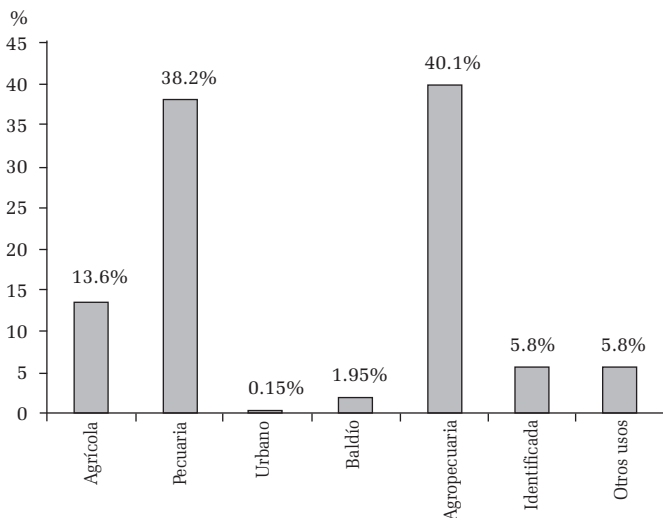
LA FRAILESCA es una región que corresponde al Distrito de Desarrollo Rural Villa Flores, que se integra por cuatro municipios: Ángel Albino Corzo; La Concordia; Villa Corzo y Villa Flores. La región de estudio se encuentra en el paralelo 16°, se califica climáticamente como trópico húmedo.

Uso actual del suelo

Esta región tiene una superficie de 838,287 ha, de las cuales 13.6 por ciento tienen un uso agrícola como monocultivo; 38.2 por ciento es de uso pecuario; 0.15 por ciento de uso urbano; 1.95 por ciento de uso baldío; 40.1 por ciento

Figura 1

USO ACTUAL DEL SUELO EN LA REGIÓN FRAILESCA, CHIAPAS



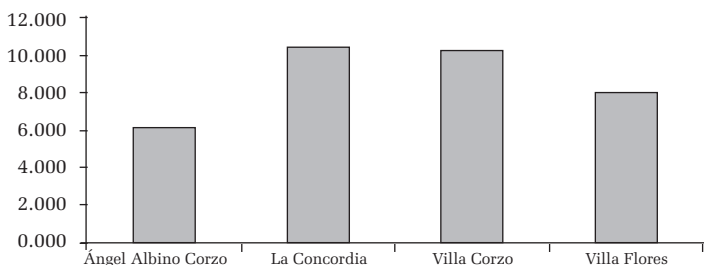
Fuente: Elaboración del autor con base en datos recopilados en la región.

tienen uso agropecuario; es decir, combina la actividad agrícola con la pecuaria; el restante 5.8 por ciento corresponde a otros usos como cuerpos de agua. La figura 1 muestra que la región Frailesca en 40 por ciento de su territorio tiene uso actual, con una tendencia que de ser manejada puede ser transitada a la agroforestería.

Índice de disponibilidad de la tierra

En la región existen 20,741 unidades de producción rural, que usufructúan 182,934.48 ha de labor, por lo que en promedio la disponibilidad de tierra por unidad de producción es de 8.82 ha. A nivel Distrital el comportamiento, donde se rescata que Ángel Albino Corzo es el municipio

Figura 2
 ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE LA TIERRA A NIVEL DISTRITO
 DE DESARROLLO RURAL VILLA FLORES, CHIAPAS



Fuente: Elaboración del autor con base en datos recopilados en la región.

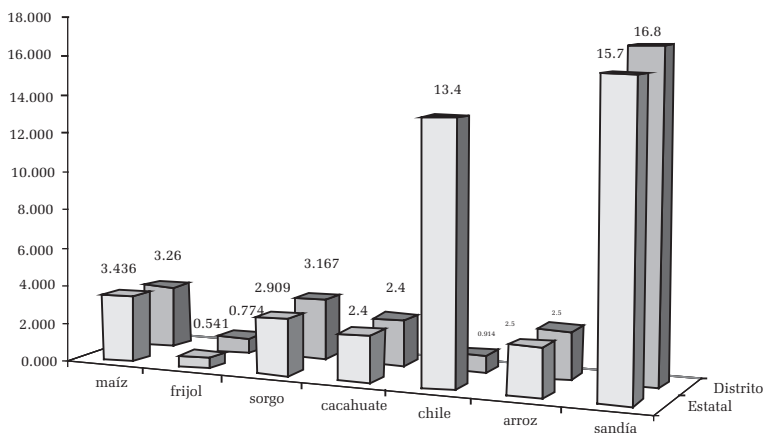
con menor disponibilidad de tierra 6.0 ha/unidad de producción rural, le sigue Villa Flores con 7.75 ha, mientras que Villa Corzo y La Concordia disponen de 10.23 y 10.46 ha respectivamente.

Agricultura de riego

En la región Frailesca se logran identificar cultivos anuales, que por la extensión cultivada son de importancia, cuyo rendimiento medio se muestra en la figura 3; estos valores deben servir de referencia para evaluar el impacto de los programas que se impulsan a nivel Distrital (cultivos de maíz, frijol, sorgo, cacahuate, chile, arroz y sandía).

En el Distrito de Desarrollo Rural Villa Flores se identifican 58,255 ha con vegetación nativa que corresponde a selva, equivalente 6.95 por ciento del territorio regional, (véase cuadro 2).

Figura 3
 RENDIMIENTO MEDIO DE LOS CULTIVOS ANUALES DE RIEGO
 EN LA REGIÓN FRAILESCA SUPERFICIE FORESTAL



Cuadro 2
 SUPERFICIE CON VEGETACIÓN NATIVA EN LA FRAILESCA, CHIAPAS

Municipio	Superficie total municipal	Superficie con vegetación nativa	Porcentaje
Ángel Albino Corzo	132,985	8,673	6.52
La Concordia	214,827	18,794	8.74
Villa Corzo	315,415	21,363	6.77
Villa Flores	175,060	9,425	5.38
Total	838,287	58,255	

Fuente: Elaboración del autor.

Superficie forestal protegida

En el Distrito que nos ocupa se identifican áreas naturales protegidas en las categorías: a) áreas de protección de recursos naturales, que representan 21.63 por ciento de la extensión regional; estas áreas están ubicadas en los muni-

cipios de La Concordia, Villa Corzo, en el filo de la Sierra Madre en parte, en la jurisdicción del municipio de Pijijapan; b) áreas de protección de flora y fauna, aquí se consideran 2,500 ha en el municipio de La Concordia, las que conforman el corredor ecológico en el filo de la Sierra Madre con los municipios de Huixtla y Mapastepec. En total las zonas decretadas como áreas naturales protegidas representan 21.9 por ciento de esta región; dicho valor señala la importancia de disponer de un plan de manejo a nivel cuencas.

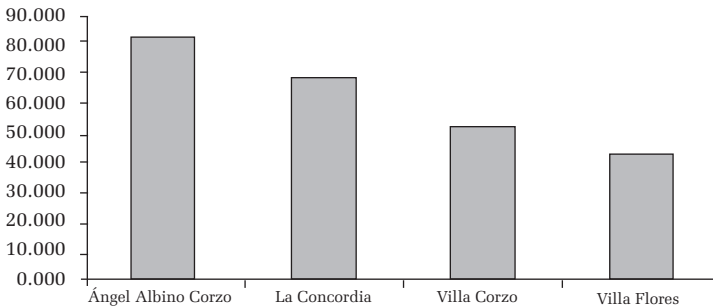
Unidades de producción con actividad forestal

En la región Frailesca se tienen 20,741 unidades de producción rural de las cuales 59.16 por ciento tienen actividad forestal. El 58.63 por ciento de las Unidades de Producción se dedican a actividades de recolección de productos como resina, barbasco y leña; así 12,144 unidades de producción que representa 58.5 por ciento se dedican a la recolección de leña de especies como guacima donde una carga equivale a 0.140 m³. En el cuadro 3 se presenta la distribución de las unidades de producción con actividad forestal en la región Frailesca.

Las cifras revelan que en el sector rural de esta región el consumo de leña es considerable; existe la tendencia que a mayor urbanización la fuente de combustible se modifica, como es el caso de Villa Flores. Este comportamiento sugiere que debe implementarse una estrategia de reforestación con especies energéticas para la producción de leña. Los indicadores descritos permiten tener un referente para monitorear en el futuro el uso del suelo en la región.

Figura 4

DISTRIBUCIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN CON CONSUMO DE LEÑA EN LA REGIÓN FRAILESCA



Fuente: Elaboración del autor.

LA SUBCUENCA DEL RÍO CUXTEPEQUES

Localización. El municipio La Concordia se localiza en la parte central del estado de Chiapas, en la región económica Frailesca; quedando comprendida entre las coordenadas 16° 15' y 16° 40' de latitud norte, y 92° 18' y 93° 08' de longitud oeste, con una elevación media de 580; el Distrito de Riego Cuxtepeques se encuentra emplazado en el Valle del Río Cuxtepeques; el paisaje regional son cerros bajos, convexos, que se elevan sobre laderas más bajas, suavemente cóncavas y llanuras aluviales llanas, lo anterior es producto de la erosión prolongada en este caso del río Cuxtepeques.

Hidrología. La Concordia es irrigado por el río Cuxtepeques, el cual pertenece a la Cuenca del río Grijalva; el sistema hidrológico aporta anualmente un escurrimiento máximo de 833.8 mm³, un mínimo de 375.6 mm³ y una media de nueve escurrimientos de 623.2 mm³ de agua que es almacenada en dos cuerpos de agua ubicados dentro del territorio municipal: la presa La Angostura (Belisario Do-

mínguez) ubicada en la parte baja del municipio y El Portillo (Juan Sabines), esta última es la que recibe aguas del río Cuxtepeques, principalmente.

Régimen de temporal. La precipitación media anual es de 1,526.6 mm; con una tasa de evapotranspiración potencial de 1,225 mm; con una probabilidad de ocurrencia de lluvia a 75 por ciento de 975.88 mm; así el régimen de temporal inicia el 15 de mayo y termina el 28 de octubre, con 150 días de temporal.

Vías de comunicación. El municipio se encuentra comunicado con la capital del estado por una carretera pavimentada Inter-estatal Tuxtla Gutiérrez-Revolución-Mexicana-Ángel Albino Corzo, la cual por las condiciones que guarda no garantiza el traslado de la producción agropecuaria. Además existe una carretera que conecta a la cabecera municipal con Arriaga. El Distrito de Riego 101 Cuxtepeques beneficia a comunidades, como: La Tigrilla, Benito Juárez, Guadalupe Victoria, Nueva Libertad, Independencia, Juan Sabines, Ambar de Echeverría y Diamante de Echeverría. Aquí se encuentra 30.39 por ciento de la población municipal.

EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Se utilizaron imágenes del satélite *Landsat 7 TM*, con píxel de 30 m, con tres bandas espectrales (azul, verde, rojo e infrarrojo), con una banda pancromática de 15 metros; un proceso de verificación en campo; se realizó el plano de fertilidad de suelos (N, P, K, pH, M. O., CIC y Aluminio Intercambiable). Para la evaluación de la degradación de suelos se aplicó la metodología FAO (1980); para el análisis agroclimático y de riego se aplicó la metodología FAO 1981

y 1979, respectivamente. El Sistema de Información Geográfica utilizado es *Arc View* 3.1.

Las unidades de producción

En el caso del Distrito de Riego se identifican 1,671 usuarios, de los cuales fueron entrevistados 18.25 por ciento se encontró que las unidades de producción en 66 por ciento están conformadas de uno a cinco integrantes; 31 por ciento de seis a 10 y 3 por ciento por más de 10. El promedio del Distrito es de 4.8 integrantes por unidad de producción. Un 34 por ciento de las familias campesinas del Distrito de Riego requieren de manera urgente opciones de diversificación productiva debido a que tienen más de seis integrantes.

Usufructo de la tierra

En el municipio se encuentran 4,676 unidades de producción que usufructúan 19, 873 ha donde 40.8 por ciento es superficie de labor, 42.5 por ciento es de agostadores, pastos naturales o enmantada; 15.7 por ciento de vegetación con bosque o selva y 1.0 por ciento restante corresponde a áreas sin vegetación. En el Distrito de Riego se encontró que 88.26 por ciento se dedica a la producción de cultivos, por lo que se califican como agricultores; 44.3 por ciento de los usuarios practican la agricultura, aunque su orientación dominante es la producción pecuaria; 2 por ciento se dedica a la pesca; 7 por ciento vende su fuerza de trabajo como jornalero; 7 por ciento se dedica al comercio; y 13 por ciento combina diferentes actividades entre las que

figuran servicios públicos, así se concluye que la principal actividad en el Distrito de Riego Cuxtepeques es la agricultura y en segundo lugar la ganadería.

Subcuenca del río Cuxtepeques. Esta subcuenca es de 105,435 ha, el cauce principal tiene una longitud de 78 km; con una altitud de 497 m hasta 2,516 msnm, con una media de 961 m; la pendiente media es de 19.7 por ciento, 42 por ciento de la superficie tiene orientación sureste, sur y suroeste, condición potencial para la agroforestería.

Módulo de riego. El Distrito de Riego inició operaciones en 1981 con una superficie de proyecto de 10, 410 ha; fue transferido a los usuarios el 3 de diciembre de 1996. Se identificó que el padrón de usuarios no se encuentra actualizado; el patrón de cultivos se inscribe en: pastos, maíz, arroz, frijol y sandía, principalmente.

Caracterización de los suelos. La textura dominante de los suelos es media (84.04 por ciento); el fósforo representa un factor limitante para la producción agrícola, apenas alcanza 27 kg/ha; el contenido de materia orgánica en 2,352 ha es pobre, por lo que es urgente un programa de incorporación de materia orgánica; los suelos son ácidos y muy ácidos, por ello es necesario un plan de manejo para suelos ácidos.

Pérdidas de agua. Por infiltración se tienen pérdidas en la red de conducción, distribución y regaderas; así es prioritario revestir 173.95 km de regaderas que se localizan en texturas ligeras y medias. Estas condiciones favorecen una pérdida de 6.08 millones de m³ de agua, lo cual explica en gran medida el problema de niveles freáticos someros; además propicia el incremento de la acidez de los suelos y lixiviación de nutrientes en el mes de junio, 3,924 se ven afectadas por un nivel freático de 0 a 50 cm, por lo que es urgente impulsar un Programa de Drenaje Agrícola para

favorecer el desarrollo de cultivos hortícola; igualmente 4,406 ha requieren nivelación de tierras.

Erosión hídrica. En la subcuenca del río Cuxtepeques se estima una pérdida de suelo de 36 millones de ton/año, lo que significa 22.5 millones de metros cúbicos de material que se sedimenta aguas abajo, es decir, se alcanzan pérdidas de hasta 2 cm de suelo superficial por año/ ha, las cuales en gran medida se depositan en la presa La Angostura. Es urgente iniciar un programa de Conservación de Suelos en las microcuencas Cuxtepeques baja y Hustates.

CONCLUSIONES

Bajo el enfoque de la agricultura convencional, para impulsar acciones a favor del mejoramiento parcelario, de la red de conducción y distribución, así como las estructuras de operación de la infraestructura hidroagrícola, se requiere de una inversión de recursos por 79 millones de pesos; por lo expuesto se recomienda rehabilitar la infraestructura del Distrito de Riego bajo el enfoque de la agricultura orgánica. Además de lo anterior, se recomienda: concertar con las diferentes instituciones del Sector Agropecuario, así como con los productores, las líneas de acción que conduzcan a concretar la restauración de la Subcuenca Cuxtepeques; impulsar un plan de manejo a nivel microcuencas en la subcuenca del río Cuxtepeques, resulta aconsejable, considerar para ello líneas de acción como:

1. Fomentar un plan de captura de carbono para la parte alta de la subcuenca, teniendo como eje tecnológico a la agroforestería.
2. Apoyar un plan de manejo para la conversión hacia la agricultura orgánica.

3. Establecer un programa de capacitación y actualización para técnicos y productores.

BIBLIOGRAFÍA

FAO, "Efectos del agua en el rendimiento de los cultivos", *Estudios FAO: Riego y Drenaje* 33, Roma, Italia, 1979.

———, *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos*, Roma, Italia, 1980.

———, *Informe del proyecto de zonas agroecológicas*, vol. 3, *Metodología y resultados para América del Sur y Central*, Roma Italia, 1981.

Servicios ambientales por sistemas agroforestales; una aproximación

Daniel Callo-Concha

INTRODUCCIÓN. TEORÍA ECONÓMICA

Nuestra experiencia reciente ha subrayado que toda actividad económica alcanza, en un plazo indeterminado, la agricultura migratoria, por ser ecológicamente insostenible, y con ello, tala de bosques, pesca, emisión de subproductos, uso de conservantes, desinfectantes, etcétera. Objetivamente el disloque se encontraría en el puente entre el desarrollo (crecimiento poblacional, consumo e ingreso) y stock ambiental (biodiversidad, aire y agua), eso es en la preconcepción y modo de aprovechamiento de los recursos.

Un recurso debe ser capaz de satisfacer una necesidad; se hace económico cuando se incorpora al mercado obteniendo un valor y subsecuentemente en función de su escasez un precio. Un recurso, ya en términos económicos, puede ser un bien o servicio, de acuerdo con su posesión y beneficios que preste. Los bienes libres o públicos, concepto ya casi anacrónico, consideraría aquellos ilimitados y de libre disponibilidad: aire, agua, luz, entre otros. La economía de los recursos naturales rebatiría este concepto, introduciendo a cambio el de externalidades.

Básicamente una externalidad es el *subproducto de un acto endosado a un tercero*, el caso de la industria que contamina el río del pueblo y afecta la población es un ejemplo clásico; la idea *internalización de externalidades* es primero asignar un valor metálico a estas actividades, segundo, cobrárselas a los generadores.

Servicios ambientales

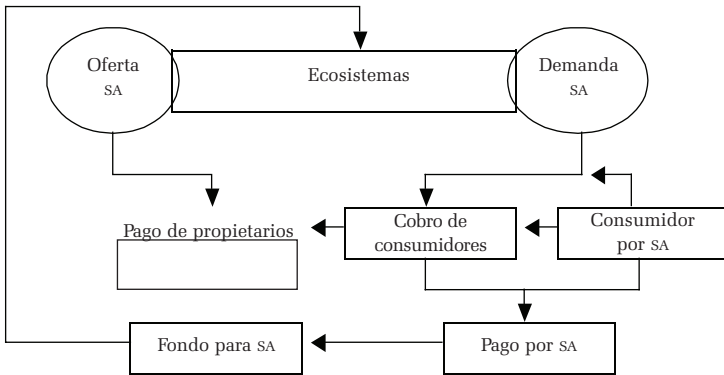
Los servicios ambientales (aprovechamiento directo de las funciones que provee la naturaleza) son la extrapolación de esta discusión en un plano diplomático, negociando actividades perturbadoras por subvenciones de preservación (Hueting *et al.*, 1998, citado por Pasolac, 2000). Los servicios ambientales nos benefician a todos y son financiados por los polutantes en un mecanismo de retribución; geográficamente pueden zonificarse pero sus implicaciones se consideran globales (véase figura).

Los servicios ambientales pueden ser tantos como las alteraciones ambientales, genéricamente se les ha agrupado en cuatro: fijación de gases de efecto de invernadero, preservación de la biodiversidad, preservación del recurso hídrico y belleza escénica (Chávez y Lobo, 2000).

Hieratización

Los tópicos considerados adquieren matices diplomáticos a consecuencia de la crisis global ambiental, en la Conferencia de la Tierra ECO 92, dos de los cinco acuerdos globales fueron; el Convenio sobre el Cambio Climático y el Convenio para la Diversidad Biológica.

ESQUEMA DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES (SA)



Fuente: Pérez et al., *Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central*, 2000.

El tema del cambio climático adquiere importancia por sus implicaciones políticas: desarrollo, limitación de emisiones e industrialización y la crisis de la ozonósfera por emisiones de contaminantes; mientras que el de la preservación de la biodiversidad, enfocó primero los derechos de acceso y degeneró después en propiedad intelectual.

En 1997 propuesto el Protocolo de Kyoto se sugiere los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) como medida taxativa de compensación entre países, polutantes y no respectivamente (CMNUCO, 1997). Esta fue la primera medida oficial de transferencia de recursos vía pago por servicios ambientales (implementación conjunta). Más recientemente se ha extrapolado este tratamiento, de los bosques naturales a los demás sistemas de uso de la tierra potenciales, dentro del concepto Uso Actual, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (Neuenschwander, 2001).

A la par de la colección de germoplasma *ex situ* en jardines botánicos, bancos de semillas, crioconservación, segmentos de ADN, etcétera, la conservación *in situ*, en hábitat originales, se continúa alentando por la recombinación, retroalimentación y evolución en el ecosistema, entonces su aprovechamiento exige una atención sistémica y acercamiento local: bioprospección (FAO, 1989). Así las tentativas de gestión se enfocan a preservar los bosques como en el primer antecedente de *Merck Co.* que pagó al Gobierno de Costa Rica un millón de dólares y royalties por los fármacos derivados de la exploración de sus bosques (Richards, 1999). La polémica en uno y otro caso es esencialmente la misma: 1) concentración de los recursos en la faja tropical y 2) polaridad de intereses.

Mecanismos

Las modalidades de pago por servicios ambientales: mecanismos de financiación e incentivación, sugieren una gran variedad de instrumentos a escala nacional e internacional, esencialmente desde cuatro enfoques: 1) transferencia de costos y beneficios vía instrumentos fiscales (escala nacional) o concesiones (escala internacional); 2) orientación del comercio y mercados en pro del bienestar público (externalidades mundiales); 3) financiamiento público o privado en apoyo directo a la gestión de los sistemas de uso de la tierra (aforestación, forestación, reforestación, etcétera), y 4) fortalecimiento de los derechos de propiedad sobre los recursos y su administración (véase cuadro 1).

Cuadro 1
ENFOQUES Y MECANISMOS DE INCENTIVO Y NEGOCIACIÓN
POR SERVICIOS AMBIENTALES

<i>Enfoque</i>	<i>Mecanismos de transferencia</i>
Instrumentos fiscales	Quien contamina paga Paga el beneficiario IVA ecológico Valoración de bosques Subsidios a plantaciones Cambios de deuda por naturaleza Fondo para el Medio Ambiente (GEF) Fondos Nacionales Impuestos nacionales e internacionales
Externalidades	Mercados de carbono (MDL) Certificación de subproductos Comercio justo Tratados de bioprospección Protección forestal y obligaciones de gestión comercializables (PFOM)
Financiamiento	Flujos de capital
Derechos de propiedad	Tenencia de la tierra Propiedad comunitaria Derechos coincidentes de propiedad Concesiones Derechos de desarrollo comercializables Franquicias Servidumbres de uso para conservación

Fuente: Elaborado con base en Richards, *Internalización de externalidades de la forestería tropical: estudio de los mecanismos innovadores de financiación e incentivación*, 1999.

Agroforestería

El paradigma tecno-productivo en términos conceptuales involucra dos o más subsistemas y en éstos al menos una especie leñosa, la Agroforestería nomina sistemas que siempre existieron. Su desarrollo actual se enfoca a elevar su producción y productividad biofísica, fundamentar sus argumentos y versatilidad socioeconómica (Nair, 1997; Krish-

Cuadro 2

PRINCIPALES FUNCIONES DE PRODUCCIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES RELACIONADOS CON EL AMBIENTE

<i>Nivel</i>	<i>Función</i>
Finca	Mejoramiento de la fertilidad del suelo Conservación del suelo Control de la erosión Control de malezas Reciclaje de nutrientes Reciclaje de agua Diversidad genética Regulación del microclima
Cuenca, paisaje, comunidad	Control biológico Conservación de suelos Control de la erosión Conservación de agua Favorecimiento de la polinización
Región	Flujos de capital Control de la desertificación Mantenimiento de la biodiversidad Secuestro de carbono Regulación climática Protección de la biodiversidad
Global	Tenencia de la tierra Suelo Agua Bosque Conservación de recursos intergeneracionales

Fuente: Elaborado con base en Krishnamurthy y Ávila, *Agroforestería Básica*, 1999.

namurthy y Ávila, 1999; Gavenda, 2000), surtir alternativas a los sistemas tradicionales de agricultura migratoria (Alegre *et al.*, 1999) y ahora convenientemente, surtir de servicios ambientales (véase cuadro 2). La Agroforestería enfoca principalmente sus estudios a los servicios ambientales de la franja tropical, donde persisten los sistemas de producción basados en la roza-tumba-quema (RTQ) y consecuentemente donde se observan las mayores tasas de erosión genética y emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

Entendida en sus múltiples facetas la biodiversidad involucra varios conceptos: variabilidad de flora, fauna y microorganismos; los recursos genéticos y su manipulación; ecosistemas en los que habitan tales especies; grupos humanos depositarios de los recursos y conocimientos inherentes a ellos (FAO, 1993 citado por Goicochea, 1998). Así sus aportes biofísicos y socioeconómicos son innumerables, principal fuente de satisfactores y mayor aporte del Producto Interno Bruto (PIB) planetario: tres trillones de dólares (Pimentel *et al.*, 1997).

Genéricamente se consideran tres niveles de complejidad: genética, especie y sistema (Ryan, 1992) y tres niveles de gestión: genética, de composición y estructural (Shoenerberger, 1993). Funcionalmente la estabilidad de un sistema es función de la diversidad y complejidad de sus procesos ecológicos a todas las escalas *todo cambia para que nada cambie*, como la productividad edáfica, suministro de agua, ciclos biogeoquímicos interdependientes de la salud y diversidad del sistema. Así su preservación y fortalecimiento sirve para construir sistemas ecológicamente balanceados (Ryan, 1992; Shoenerberger, 1993).

La biosimplificación de los sistemas productivos

La biosimplificación agrícola no es inherentemente indeseable, algún grado de homogeneidad es la base de la agricultura: favorecer el desarrollo de una población y controlar la interferencia de otra competitiva. Pero la masificación, particularmente tras la revolución verde, además de producir alimentos a bajos precios y en grandes volúmenes contribu-

ye a la reducción de la diversidad biológica a niveles nocivos (Ryan, 1992; Shoenerberger, 1993). Otro factor de desequilibrio fueron la homogeneización de patrones productivos, como los europeos con respecto a su ganado y hábitos, o la racionalidad financiera en el caso de plantaciones forestales extensivas (Eisemberg y Harris, 1987).

Los policultivos que combinan leguminosas y no leguminosas debieron ser la primera opción masiva alternativa más eficiente en el aprovechamiento de los recursos, con menor incidencia de plagas, enfermedades y mayor productividad biofísica total (Krishnamurthy y Ávila, 1999); asimismo los árboles, base de los sistemas de uso de la tierra: plantaciones industriales, vegetación natural y agroforestería, deberían aportar al enriquecimiento de la biodiversidad (National Research Council, 1991). La apreciación de los árboles como proveedores de leña ha variado en el tiempo en los años setenta, en los ochenta para la seguridad alimentaria y excedentes comercializables, y desde los noventa como proveedores de servicios ambientales (Arnold y Dewees, 1999). En agroforestería se consideran tres cuestiones clave: *a*) mayor diversidad estructural; *b*) mayor dinámica de la sucesión natural, y *c*) reducción de la deforestación (Michon y Foresta, 1999; Shoenerberger, 1993; Bates, 1999). Se han esquematizado las variantes agroforestales coadyuvantes a la preservación de la biodiversidad en: sistemas bajo dosel y sistemas acordes a zonas de amortiguamiento.

Zonas de amortiguamiento

En el caso de las zonas protegidas, reservas, parques nacionales, bosque primario y biotopos similares, las bandas de

amortiguamiento *buffer*, que son también variantes agroforestales, ofrecen la mejor opción de simulación sin desligarse de sus funciones productivas y de provisión de seguridad alimentaria. En circunstancias propicias pueden inclusive incrementar su cobertura y la reserva (Kangeyama y Reis, 1989). Se ha estimado para la reserva de Calakmul, que cada hectárea de agroforestería previene la deforestación de 10 ha bosque primario (Schroeder, 1993, citado por Krishnamurthy y Ávila, 1999).

Regeneración de bosques secundarios

Tras la fase agrícola de los sistemas RTQ, los espacios remanentes son colonizados por especies migrantes, conformando sistemas atípicos de composición y conductas distintas; la diversidad es menor a la de bosques primarios y su estructura simple, todo ello puede erosionar la base genética e incluso sustituirla. La reconstitución de estos sistemas y su eventual enriquecimiento debe ser posible con la gestión de sistemas antropógenos, que al mismo

Cuadro 3
COMPONENTES BIÓTICOS POR SISTEMAS DE USO DE LA TIERRA

	<i>Bosque primario</i>	<i>SAF Caucho</i>	<i>SAF Damar, Sumatra</i>	<i>SAF Durian</i>	<i>Plantación de caucho</i>
Aves	179	105	92	69	-
Collembola leaf litter Soil	20.6	22.8	-	-	11.6
	13.7	16.0	-	-	8.3
Mamíferos	-	39	46	33	-
Árboles	171	92	-	-	-
Total plantas	382	266	-	-	6

Fuente: Elaborado con base en Michon y Foresta, *op. cit.*

tiempo que reconfiguran un patrón ecológico local, pueden enriquecerse con la plantación de especies de alto valor comercial, dispersos o en forma de *islas de bosques* (Kangeyama y Reis, 1989).

Agroforestería en zonas templadas

Los bosques templados, menores en superficie a los tropicales, han sido los más devastados alrededor de 56 por ciento de las 31 millones de ha existentes en el planeta (Ryan, 1992). En ellos, las prácticas agroforestales lineales suelen ser las más empleadas por sus funciones estructurales cortinas rompevientos, cercas vivas, cultivo en callejones, barreras de protección, etcétera; la misma idea se ha extrapolado a funciones ambientales hábitat de vida salvaje, predadores benéficos y estabilizante del microclima, entre otros (Shoenerberger, 1993); una variante interesante son los corredores de fauna (Eisemberg y Harris, 1987).

Barbechos mejorados

La lógica de la agricultura migratoria se sustenta en la ampliación de la frontera agrícola a suelos fértiles, vía ciclaje de nutrientes, supresión de malezas y control de plagas (Nair, 1993) y se ha tornado insostenible a consecuencia de su intensificación fundamentalmente por presión demográfica, hasta considerarse una de las dos principales causas de deforestación: 14 millones de ha por año (Krishnamurthy y Ávila, 1999). Los barbechos mejorados pueden otorgar beneficios económicos y ecológicos (Ayala, 2002), de acuerdo con el enfoque de producción que se analice, ya

sea como productos redituables o fortalecimiento ambiental. Inicialmente se había considerado la fijación de nitrógeno vía leguminosas, captura de nutrientes de estratos inferiores y aporte de biomasa superficial (Krishnamurthy y Ávila, 1999). Con el tratamiento de la regeneración vegetal e introducción de especies de alto valor económico se atacan las actividades detonantes de las mayores alteraciones ambientales: depredación de especies aprovechables y emisión de gases de efecto de invernadero.

Agrobosques, forestería análoga

Los sistemas agroforestales tratan de ser análogos en estructura y funciones ecológicas a un ecosistema clímax natural, integra varias especies en disposiciones espaciales (horizontales y verticales) y arreglos temporales no determinados. A diferencia de las demás prácticas agroforestales, ésta no exige una inversión intensiva de mano de obra, todos los componentes reciben el mismo tratamiento y circunstancialmente se privilegia a uno (Torquebiau, 1993, Gamboa, 1998; Michon y de Foresta, 1999). Estos sistemas están ampliamente dispersos en Sri Lanka, Nigeria, Tanzania, entre otros. Se ha estimado que en los complejos agroforestales de Sumatra se mantiene 50 por ciento de la biodiversidad de aves del bosque tropical, la mayor parte de los mamíferos y alrededor de 70 por ciento de las plantas (Leakey, 1998).

Islas de biodiversidad

Al fragmentar un ecosistema, introducir un sistema productivo extensivo o simplemente ampliarlo, se crean *islas*,

espacios en los que la biodiversidad se fortalece (Shoenerberger, 1993). Dentro de la gestión de estos sistemas, los sistemas más sugeridos son parches forestales, islas biogeográficas, y los sistemas agroforestales. Los servicios prestados exceden lo ambiental incluyendo además la provisión de satisfactores humanos. Los estudios en éstas opciones son aún pobres, una probable agenda de investigación debería considerar: 1. Factibilidad de Sistemas Agro Forestales; 2. Impactos posibles de la expansión de las islas; 3. Pueden revertir los factores de Soulé (baja densidad poblacional, competencia, catástrofe, destrucción de hábitats y enfermedades) asociadas a la extinción de especies (Leakey, 1998).

Huertos caseros

Proveedores de satisfactores inmediatos y ocasionalmente subproductos comercializables, los huertos caseros son ale-

Cuadro 4
COMPONENTES Y CARACTERÍSTICAS DE HUERTOS CASEROS

<i>Sitio</i>	<i>Vegetales</i>		<i>Total</i>	<i>Animales</i>	<i>Estratos</i>	<i>Área (ha)</i>
	<i>Leñosas</i>	<i>Herbáceas</i>				
Java	48	39	152	7	5	0.6
Filipinas	28	40	34	2	4	0.05
Pacífico	35	19	53	–	4	–
Sri Lanka	15	11	18	1	3	1.0
India	8	12	25	2	4	0.5
Nigeria	62	73	64	4	4	0.5
Tanzania	13	58	53	5	5	0.68
Burkina Fasso	5	7	7	3	2	0.5
México	24	45	28	2	4	0.5
Granada	21	27	24	4	4	0.15

Fuente: Nair (1999).

daños a la vivienda y ocupan mano de obra suplementaria bajo capital y tecnología básica. Por su objetivación, la seguridad alimentaria debe mantener una gran diversidad interespecífica, alta variabilidad intraespecífica y producción constante (Krishnamurthy y Ávila, 1999), se vinculan también en el concepto de silvicultura comunitaria, bosques comunales y hasta por omisión (Torquebiau, 1993). En Tlapacoyan, Veracruz, se determinaron hasta 137 especies vegetales de uso habitual en los huertos caseros (Arévalo, 1999).

GESTIÓN DE SAFs PARA PROMOVER LA BIODIVERSIDAD

El uso de Sistemas Agroforestales (SAFs) como albergue para la biodiversidad, debe involucrar el manejo del no cultivo, con la idea de fortalecer la producción global (Shoenerberger, 1993). En los sistemas multiestrato, la incorporación de materia verde y arbustos vía podas es clave para atrapar entre los sedimentos componentes edáficos, físicos y microbiológicos, que incrementan sus cualidades estructurales y funcionales. Los sistemas agroforestales para desempeñar estas funciones deberían evolucionar a fases sucesivas en el desarrollo del complejo, emparentada ésta a la sucesión natural de los agroecosistemas, es claro que la biodiversidad debería incrementarse en cada fase de la práctica. Existe además el conflicto de hospedar biodiversidad no planeada, fungiendo de hospederos alternantes para plagas, lo que sucede habitualmente al introducir especies exóticas en el agroecosistema (Leahey, 1998).

El desafío concluyente es determinar la correlación entre la intensidad de la gestión del sistema de uso de la tierra y el nivel de la biodiversidad, hipotéticamente am-

bos deben mantener un aumento proporcional y paralelo, ciclaje de nutrientes, diversificación de la producción, demandas de luz, complejidad estructural, etcétera. Nuevamente ante la discusión propuesta por Noordwik Van de integrar vs. segregar, escala de manejo e intensidad de uso del suelo. Cabe preguntarse ¿cuál es el punto de equilibrio en el diseño de sistemas agroforestales productivos, redituables y sostenibles bajo la perspectiva de la biodiversidad? (Leakey, 1998).

GESTIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO

La temperatura como factor climático es determinada por varios elementos, el principales la luz solar, que persiste en la atmósfera gracias a los gases que la conforman. El incremento de algunos de estos gases impide que las radiaciones abandonen la atmósfera y con ello se incrementa la temperatura buscando un nuevo equilibrio térmico (UNEP y GMS, 1992). El principal gas de efecto de invernadero es el dióxido de carbono, los mayores aportes provienen de la quema de combustibles fósiles, industrialización creciente, ampliación de la frontera agrícola y sistemas de agricultura migratoria (IPCC, 1995; IUCN y PNUMA, 1995). Al ritmo actual de emisiones se ha previsto para el año 2100 incrementos de 5.6 °C en la temperatura media, 0.9 m en el nivel medio del mar y de 7 a 11 por ciento en las tasas de evaporación-transpiración (IPCC, 1995).

El ciclo del carbono considera tres sumideros fundamentales: atmósfera, suelo y lecho marino, el primero particularmente dinámico y los otros dos estacionarios. Las medidas de mitigación climática se han enfocado en

su recaptura como eje de trabajo, en un concepto llamado *secuestro de carbono*. Dentro de esta medida se considera fundamental el incremento de plantaciones, la restauración de tierras degradadas, la agroforestería y la dinamización del carbono edáfico (Brown, 2001), tomando en

Cuadro 5
VOLÚMENES DE CARBONO SECUESTRADO POR VARIOS
SISTEMAS DE USO DE LA TIERRA (T HA⁻¹)

<i>Sistema de Uso de la Tierra</i>	<i>C secuestrado</i>
Bosque primario	300 ¹
Bosque secundario (15 años)	159.88 ²
Bosque secundario (8 años)	85.01 ³
Bosque maderable	100 a 200 ¹
Bosque primario intervenido	157.46 ²
Bosque recientemente quemado	96.52 ²
Terrenos en cambio de uso y rotación	-88 a 25 ¹
Café de sombra	80.16 ³
Huerto casero	85.23 ³
Bosque secundario (3 años)	57.02 ¹
Campo de plátano	50.14 ²
Huerto casero	25 a 30 ¹
Sistemas agroforestales	50.12 ⁴
Rotaciones	-40 a 60 ¹
Campo de maíz	45.18 ²
Plantación de árboles	11 a 61 ¹
Campo de yuca	37.84 ²
Pastura	36.3 ²
Silvopastura	33.37 ³
Cultivos de barbecho corto (menos 5 años)	-5 ¹
Pastura	4.25 ³
Pasturas y praderas	-3 ¹

¹ ASB Climate change working group report. Final report, phase 2 (Palm *et al.*, 1999).

² Determinación de biomasa y carbono en los principales sistemas de uso del suelo.

³ Cuantificación del carbono secuestrado por algunos SAFS y testigos en tres pisos ecológicos de la amazonia del Perú (Callo-Concha, 2001).

⁴ Potencial de los huertos caseros para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible (Arévalo, 1999).

Fuente: Elaborado con base en Barbarán, *Determinación de biomasa y carbono en los principales sistemas de uso del suelo en la zona de Campo Verde*, 1998.

cuenta las tasas de emisión, 60 a 87 billones t C año⁻¹ (IPCC, 1995) el secuestro resulta una opción significativa, pues de acuerdo con Brown es posible capturar entre 12 y 15 por ciento del CO₂ emitido.

Los árboles por su naturaleza vegetal reservan carbono mediante dos atributos: 1) almacenamiento en el corto plazo (árboles y suelos); 2) posibilidad de eliminar las emanaciones inmediatas vinculadas a la deforestación y agricultura migratoria. Sus tasas relativas de captura varían diferencialmente de acuerdo con el sistema y estructura de que se trate (Krishnamurthy y Ávila, 1999).

ESTADO DE ARTE

Los campos agrícolas absorben alrededor de 10 por ciento de las emisiones de CO₂ (Subak, 2000) y los agroforestales entre 10 y 50 t ha⁻¹ (Kursten y Burschel, 1993 citado por López, 1998). De acuerdo con el SAF que se trate, los extremos, inferior (linderos y cercos vivos aportarían de 3 a 25 t ha⁻¹), los intermedios (*taungya* y huertos caseros, hasta 50 t ha⁻¹) en el caso de los barbechos, uno de 15 años, por ejemplo puede acumular hasta 100 t ha⁻¹ (López, 1998), además de algunas otras aportaciones.

Otras alternativas menos difundidas son los sistemas silvopastoriles, que con la instalación de árboles en baja densidad con un costo limitado incrementan el carbono secuestrado *aboveground* en más de ocho veces (Callo-Concha, 2001); asimismo las tecnologías lineales cercas vivas, barreras rompeviento, *riparian*, etcétera, sin alterar los sistemas instalados son particularmente prometedoras y desarrolladas en lugares templados (USDA y NRCS, 2000).

Hipótesis de investigación

Se manejan las siguientes:

1) Potencial de captura de los sistemas de regeneración (barbechos). Aun cuando hay tendencia a sugerir los SAFS agrosilvícolas, árboles dispersos en tierras de cultivo y cultivo en callejones como opción masiva (Nair, 2001), consideramos la relevancia de los barbechos mejorados en esta tarea por el doble beneficio que proveen al disminuir la emisión y potenciar el secuestro, intensa dinámica de regeneración, de 50 a 80 por ciento de un bosque primario (Palm *et al.*, 1999) y gran superficie: 250 millones de ha (López, 1998). Los factores de distorsión y por ello temas de investigación principales son su variabilidad estructural y gestión.

2. Elevada proporción relativa de carbono retenida por los suelos (Schroeder, 1994; López, 1998; Barbarán, 1998; Callo-Concha, 2001). Función del elevado aporte superficial (Palm *et al.*, 1999), alta densidad radicular (López, 1998), y retención físico-química del suelo *per se* (Jandl, 2001). Tendencias recientes tienden a obviar al suelo como sumidero en el corto plazo, fundamentalmente por lo largo de sus procesos de incorporación, superficiales, físicos y químicos, y la gran demanda de agua para activarlos (Jandl, 2001).

Técnicas de cuantificación

Hasta ahora las metodologías de cuantificación de carbono son más factibles en su lógica y logística en plantaciones forestales monoculturales (Márquez, 2000). Los procedimientos de campo se sustentan en mediciones biométricas, en el caso del estrato de mayor posibilidad de gestión: el arbóreo. Se han desarrollado ecuaciones alométricas

producto de la homogeneización de funciones que insu-
men un gran volumen de información; sin embargo, ésta no
satisface la diversidad inherente a los sistemas agroforesta-
les, que por sus cualidades inherentes, gran dispersión y
alta variabilidad de especies involucradas, requieren una
mayor versatilidad en los modelos de medición para ser
funcionales, entonces se demandan algunos que uniformi-
cen la cuantificación y la concreticen, es mejor estar aproxi-
madamente correctos, que precisamente equivocados.

Las estimaciones en los demás estratos arbustivo, her-
báceo y hojarasca son sencillas y subyacen por su pequeña
proporción relativa. En el caso de las raíces se les ha ob-
viado por la dificultad de su muestreo y aporte constante.

Cuestiones pendientes

Se precisan las consideraciones técnicas más importantes
que se deben tener en cuenta en el perfeccionamiento de
las metodologías de cuantificación de carbono en sistemas
agroforestales:

a) *Línea base.* Aún no se han resuelto y homogeneiza-
do las metodologías por emplear para la estimación de los
stocks de carbono. En el caso de los métodos biométricos,
además de haber una gran variedad de ellos y divergencia
en sus salidas, la estimación de componentes clave como
las palmeras y bananos no se ha resuelto plenamente. Di-
ficulta más la idea el nivel de gestión que se considere,
individuo, sistema o paisaje.

Una posibilidad es formular modelos alométricos lo
suficientemente versátiles para ser empleados en amplias
zonas homogéneas con alguna precisión, esto parece facti-
ble para plantaciones extensivas, pero en el caso de los

sistemas agroforestales es riesgoso; una opción es la generación de modelos rápidos y baratos para especies clave; los modelos fractales podrían ser una alternativa (Van Noordwijk y Mulia, 2000).

El carbono en el suelo, probablemente el tópico de mayor discusión reciente, atrae la atención por sus altos volúmenes relativos, se ha centrado su estudio en variaciones por pendiente, profundidad, corrección por textura, etcétera. Sin embargo, quedan pendientes las observaciones hechas a su estática y largos periodos de mineralización.

b) Monitoreo. Establecida la línea base, el seguimiento de su dinámica de acumulación es el segundo punto. Brown sugiere tres métodos fundamentales: extrapolación sobre series históricas biofísicas, extrapolación usando modelos socioeconómicos y extrapolación usando modelos espaciales. Descartado el primer caso por carencia de información de base y la naturaleza de los sistemas agroforestales, una opción es la fusión de las dos últimas alternativas, modelos que involucren las variables biofísicas y socioeconómicas, un acercamiento a ello son los paquetes SCUAF, WANULCAS E HYPAR diseñados para estimar flujos en sistemas agroforestales, pero más puntual con CO²FIX diseñado especialmente para estimar el carbono capturado e incluso flujos posteriores (Callo-Concha, 2001).

Políticamente para ser extensivas, es claro que las técnicas de operación en campo y laboratorio deben estandarizarse y en lo posible protocolizarse; sencillez, precisión, límites, presión de muestreo, costos, etcétera (Brown, 2001).

Quedan también algunas otras metodologías extensivas de las que hay experiencias precedentes, como los sistemas de información geográfica (Costa Rica), videografía (Win Rock en Bolivia) e imágenes satelitales. Factibles pero de alcance limitado por el momento.

c) *Documentación*. Menos desarrollada aún, la información generada deberá alimentar bases de datos regionales con fines de extrapolación e inventarios estadísticos.

ALCANCES FINALES

Lo que no debemos

- Que aun cuando es consenso que la mayor ventaja de los SAFS son sus salidas multitemáticas, todavía se privilegia una función sobre las demás; por ejemplo protección en cortinas rompevientos; en consecuencia, los modelos usados se limitan a salidas monopolares (fortalecimiento de la vida silvestre en cortinas rompevientos).
- Que la biodiversidad es un subproducto de los SAFS, cuando el tipo de comunidad y las interacciones generadas son función de las especies y sus arreglos, en todo caso en una relación que se retroalimenta (Schoenerberger, 1993).
- Que en su tratamiento y su manejo político, se consideren los SA como subproductos camino a los objetivos (Arnold y Dewees, 1999).
- Que se trata solamente de incrementar el número o densidades de especies y no optimizar las salidas vía selección y arreglo de los sistemas (Schoenerberger, 1993).

Lo que debemos

Para que los precios asignados a los servicios ambientales reflejen auténticamente los valores provistos por ellos, debemos lograr:

- Técnicamente: 1) valoración técnica precisa; 2) valoración económica precisa, y 3) monitoreo preciso.
- Gestión: 1) operacionalizar proyectos locales; 2) operacionalizar proyectos internacionales, y 3) involucrarse en la negociación global.

Cuestiones técnicas

- Optimizar la gestión del no-cultivo.
- La gestión debe evolucionar emparentada a la sucesión natural de los agroecosistemas.
- Determinar el grado de correlación entre la intensidad de gestión y el grado de diversidad de los componentes. Nuevamente integrar vs. segregar.
- Establecer cuál es el punto de equilibrio en el diseño de SAFS productivos, redituables y sostenibles como prestadores de servicios ambientales.

CONCLUSIONES

Los servicios ambientales emergen como un intento por reasignar cuotas de responsabilidad y redistribución de la riqueza en medio del conflicto economía-ambiente entre los bloques norte y sur. La Agroforestería se concibe como una opción más para desarrollar sistemas productivos alternativos que provean de seguridad alimentaria, satisfactores secundarios e ingresos suplementarios, particularmente para agricultores pobres; los servicios ambientales no deben ausentarse de esta racionalidad sino asimilarla, pues además de contribuir al sostenimiento de los ecosistemas vinculados, la posibilidad de obtener incentivos por

ellos, no sólo como oportunidad sino como retribución, es pertinente en un marco de equidad y justicia.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEGRE, J., L. Arévalo y A. Ricse (en prensa), *Comunicación personal. Reservas de carbono y emisión de gases con diferentes sistemas de uso de la tierra en dos sitios de la amazonía peruana*, Taller Internacional de Sistemas Agroforestales CORPOICA, Santa Fe de Bogotá, Colombia, 31 de julio al 3 de agosto, 1991.
- ARÉVALO, V. V. P., *Potencial de los huertos caseros para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible*, tesis de maestría, México, Universidad Autónoma Chapingo, 1999.
- ARNOLD, J. E. y P. E. Dewees, "Trees in managed landscapes: factors in farmer decision Making", en L. E. Buck, J. P. Lassoie *et al.*, *Agroforestry in Sustainable Agricultural Systems*, EUA, Lewis Publishers, 1999.
- AYALA, A., 2002, *Barbechos cultivados para el mejoramiento de la agricultura maicera de roza, tumba y quema en el sur de Yucatán*, tesis de maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, México, Universidad Autónoma Chapingo, 2002.
- BARBARÁN G., J., *Determinación de biomasa y carbono en los principales sistema de uso del suelo en la zona de Campo Verde*, tesis profesional, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Ucayali, 1998.
- BATES. D. M. "Ethnobotanical perspectives of Agroforestry", en L. E., Buck, J. P. Lassoie *et al.*, *Agroforestry in Sustainable Agricultural Systems*, EUA, Lewis Publishers, 1999.
- BROWN, S., *Comunicación personal*, Valdivia, Chile, octubre de 2007.
- CALLO-CONCHA, D., *Cuantificación del carbono secuestrado por algunos sistemas agroforestales y testigos en tres pisos ecoló-*

- gicos de la Amazonía del Perú*, tesis de maestría. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo, 2001.
- CHÁVEZ, G. y S. Lobo, *El pago de servicios ambientales en Costa Rica*, Información general, Fomento – SINAC, septiembre de 2000. Dirección electrónica: <http://inbio.ac.cr/es/conserv/psa.htm>
- CMNUCO, *Tercera sesión de la conferencia de las partes, convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático-Kyoto '97*, Carpeta de Prensa, Oficina de Información sobre las Convenciones del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente para la Secretaría del Cambio Climático, Ginebra, Suiza, 1997.
- EISEMBERG, J. F. y D. Harris, "Agriculture, forestry, and wildlife resources... perspectives from the western hemisphere", en H. L. Gholz (ed.), *Agroforestry: realities, possibilities and potentials* Martinus Nijhoff Publishers, The Netherlands, 1987.
- FAO, *Recursos filogenéticos. Su conservación in situ para el uso humano*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, Roma, 1989.
- , *Forest Genetic Resources*. Información núm. 21, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, 1993.
- GAMBOA, L., *Comunicación electrónica*, México, 1989.
- GAVENDA, B., "Soils and Carbon Sequestration", en *The Overstory* núm. 66, Carbon Sequestration: Storing Carbon in Soils and Vegetation. Dirección electrónica <http://www.agroforester.com/overstory/overstory66.html>
- GOICOCHEA, D. G., *Reservas naturales en grave riesgo; tráfico ilícito internacional de germoplasma vegetal*, Lima, Perú, San Marcos, 1998.
- HUETING R., Lucas, Bart de Boer y Jan L. Huib, *The Concept of Environmental Function and its Valuation*, Ecological Economics, 1998.

- IPCC, *Segunda evaluación, Cambio Climático*, Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización Mundial de Meteorología, 1995.
- IUCC, PNUMA, *Para comprender el cambio climático: guía elemental de la Convención Marco de las Naciones Unidas*, Oficina de Información sobre el Cambio Climático, Oficina Suiza del Medio Ambiente de Bosques y Paisajes, Chatelaine, Suiza, 1995.
- JANDL, R., “Medición de tendencias en el tiempo del almacenamiento de carbono en el suelo”, en *Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales*, Facultad de Ciencias Forestales; Universidad Austral de Chile; Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico; Fundación para la Innovación Agraria. CD-ROM. Valdivia, Chile. 18 al 20 de octubre de 2001.
- KANGAYAMA, P. y A. Reis, “Areas of secondary vegetation in the Itajai Valley Santa Catarina, Brazil: Perspectives for Management and Conservation”, en FAO, *Recursos fitogenéticos, Su conservación in situ para el uso humano*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, Roma, 1989.
- KLOPPENBURG, J. R. *First the seed*, EUA, Cambridge University Press, 1998.
- KRISHNAMURTHY, L. y M. Ávila, *Agroforestería Básica*, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, México, D.F.
- LEAKEY, R. R., *Agroforestry for Biodiversity in farming systems*. en Electronic conference and research and biodiversity, junio 8, 1998. Dirección electrónica, <http://www.gencaf.es/mediamb/biodiv/agro6.htm>
- LÓPEZ M., A., *Aporte de los sistemas silvopastoriles al secuestro de carbono en el suelo*, tesis de maestría, Escuela de Posgrado, Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación, Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1998.

- MÁRQUEZ, L., *Elementos técnicos para inventarios de carbono en uso del suelo*, Guatemala, Fundación Solar, 2000.
- MICHON G. y H. de Foresta, "Agro-Forests: Incorporating a Forest Vision in Agroforestry", en L. E. Buck, J. P. Lassoie y E. C. M. Fernandez Editors, *Agroforestry in Sustainable Agricultural Systems*, EUA. Lewis Publishers, 1999.
- NAIR, P. K. R., *Agroforestería*, Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo, 1997.
- , *Comunicación personal*, México, Chapingo, 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, *Managing Global Genetic Resources*, Forest Trees, Board on Agriculture, Committee on Managing Global Genetic Resources: Agricultural Imperatives, National Academy Press, Washington, EUA, 1991.
- NEUENSCHEWANDER, A., "Situación después de la COP6, julio de 2001, del tratamiento para las actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y forestal (LULUCF) en el Protocolo de Kyoto", en Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales, Facultad de Ciencias Forestales; Universidad Austral de Chile; Fondo de fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico; Fundación para la Innovación Agraria, 2001.
- PALM, C. A., P. L. Woomey, J. Alegre, L. Arévalo, C. Castilla, D. G. Cordeiro, B. Feigl, K. Hairiah, J. Kotto-Same, A. Mendes, A. Moukam, D. Murdiyarsa, R. Njomganag, W. J. Parton, A. Ricese, V. Rodríguez, S. M. Sitompul y M. Van Noordwijk, *Carbon Sequestration and Trace Emissions in Slash and Burn and alternative Land Uses in the Humid Tropics*, ASB Climate Change working group report, Final report, 1999.
- PASOLAC, Julio del, Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central, 2000.
- PÉREZ A., Carlos, Radoslav Barzev, Patrick Herlant. Dirección electrónica: <http://sdinncc.org.ni/documentos.htm>
- PIMENTEL, D. *et al.*, *Enhanced environmental benefits of biodiversity*, EUA, Bioscience, 1997 (GBSC).

- RICHARDS, M., *Internalización de las externalidades de la forestería tropical: Estudio de los mecanismos innovadores de Financiación e Incentivación*, Informe 1 de la Unión Europea sobre Forestería Tropical, Overseas Development Institute y Comisión Europea, Bruselas, Bélgica, 1999.
- RYAN, J. C. April, *Life Support: Conserving biological Biodiversity*, Worldwatch paper 108, Washington, EUA, 1992.
- SCHOENERBERGER, M., "Enhancing biodiversity with and within agroforestry plantings", en T. D. Landis (coord.), *Proceedings Western Forest Nursery Association*, EUA, Fort Collins, septiembre 14-18, 1993.
- SCHROEDER, P., *Carbon storage benefits of agroforestry systems*, Agroforestry Systems 27, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 1993.
- SUBAK, S., *Agricultural Soil Carbon Accumulation in North America, Considerations for Climate Policy*, Natural Resources Defense Council, EUA, 2000.
- TORQUEBLAU, E., *Los conceptos de agroforestería: una introducción*, México, Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible, Universidad Autónoma Chapingo.
- UNEP, GMS. *Los gases que producen el efecto de invernadero (cambio climático global)*, A. Sánchez-Vélez y D. Gerón (traductores), México, Universidad Autónoma Chapingo, 1992.
- USDA-NRCS, *Growing Carbon, A New Crop That Helps Agricultural Producers and the Climate Too*, United Department of Agriculture, National Agroforestry Center, Environmental Defense, Soil and Water Conservation, 2000.
- VAN NOORDWIJK, M. y R. Mulia, "Functional Branch Analysis as tool for scaling above and belowground trees and their litterfall (in press)", en *Workshop Internacional Modelagem e Simulacao de Sistemas Agroflorestais*, International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF) y Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), Brasil, 2000.

El consumo de combustibles en el sector automotriz

Edze Kieft Mulder

INTRODUCCIÓN

El sector autotransporte es el mayor demandante de energéticos en el país (véase cuadro 1). En el año 2001 se contabilizó un consumo de 1,417 peta joules, 35.9 por ciento del total.

Cuadro 1
CONSUMO FINAL TOTAL DE ENERGÍA, 2001

<i>Concepto</i>	<i>Petajoule</i>	<i>Porcentaje</i>
Consumo final total	3,941	100.0
Consumo no energético	222	5.6
Consumo energético	3,719	94.4
Residencial, comercial y público	842	21.4
Transporte	1,600	40.6
Autotransporte	1,417	35.9
Transporte aéreo	114	2.9
Transporte marítimo	45	1.1
Transporte ferroviario	21	0.5
Transporte eléctrico	4	0.1
Agropecuario	110	2.8
Industrial	1,166	29.6

Fuente: SENER (4) Balance Nacional de Energía, 2001, pp. 36-40. Secretaría de Energía.

El consumo de combustibles en el sector autotransporte se puede dividir en dos segmentos según el agente que demanda los energéticos es consumidor o empresa. En este último caso la demanda se deriva de decisiones de empresarios sobre inversión, producción y selección de insumos con el fin de optimizar los resultados de la empresa. Dentro de este segmento se inscriben empresas dedicadas al transporte de pasajeros y carga, y empresas que necesitan servicios de transporte que satisfacen con medios propios o de terceros.

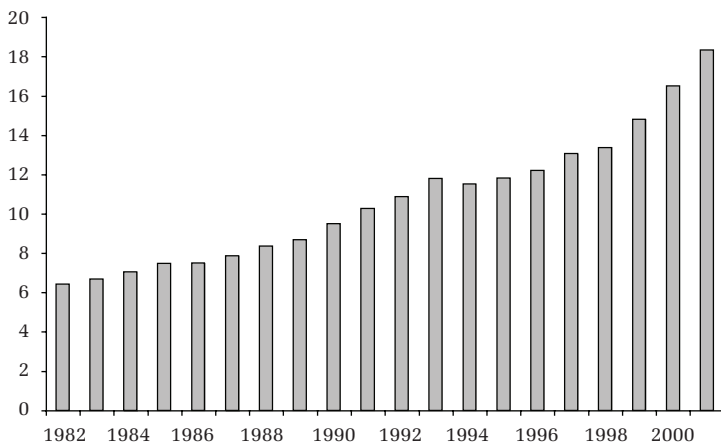
En el caso de los consumidores, la demanda de combustibles en el autotransporte se deriva de la demanda de transporte de las familias. Podríamos separar las decisiones en dos niveles interdependientes: tenemos decisiones que optimizan el gasto familiar entre los distintos rubros de productos y servicios, entre ellos servicios de transporte, y dentro de los servicios de transporte se tienen las opciones de transporte público y privado en sus distintas modalidades y los diferentes combustibles asociados. Para poder dar los servicios de transporte se necesitan vehículos cuya adquisición y disponibilidad son sujetas a decisiones de inversión de las familias en bienes duraderos.

Los servicios de transporte son bienes superiores, con una aparente preferencia por vehículos individuales o familiares sobre transporte público. Es decir, en la medida que una familia tenga mayores ingresos una proporción cada vez mayor del gasto se dedica a comprar servicios de transporte y de éstos una proporción cada vez mayor se realiza en vehículo particular. Analizamos primero las decisiones familiares de tenencia de vehículos.

El parque vehicular mexicano ha crecido 5.7 por ciento promedio anual en los últimos 20 años (véase gráfica 1). En el mismo periodo el PIB mostró tasas de crecimiento de

sólo 2.4 por ciento en promedio y la población de 2.0. La densidad vehicular (número de vehículos entre número de habitantes) se duplicó, de 0.09 vehículos per cápita a 0.18.

Gráfica 1
PARQUE VEHICULAR, 1982-2001
(Millones de unidades)



Fuente: INEGI: (2) *Sistema Municipal de Bases de Datos (SIMBAD)*, <http://www.inegi.gob.mx/prodserv/contenidos/espanol/simbad>

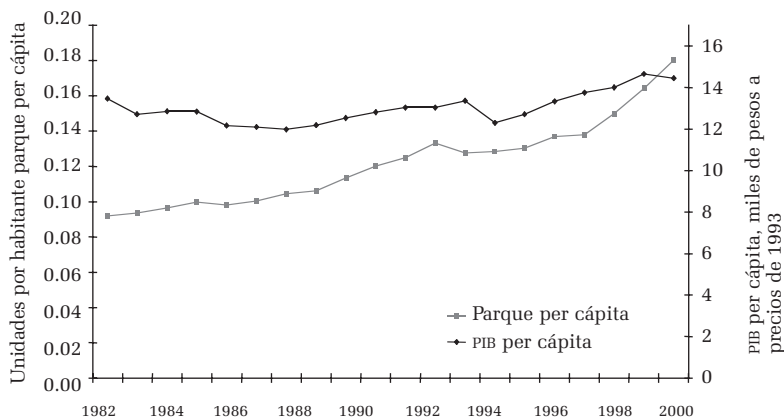
La reducción del parque en el año 1994 es inverosímil: se presenta únicamente en la región Centro, donde el parque disminuye con casi 600,000 unidades; no se encuentra una explicación lógica para esto; tenemos una tasa bastante alta de crecimiento del PIB regional de 3.7 por ciento en este año.¹ Cabe observar también que, aparte de inconsis-

¹La regionalización aplicada en este trabajo es la que utiliza la Presidencia de la República. Se distinguen cinco regiones, Noroeste (Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa), Noreste (Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León y Tamaulipas), Centro-Occidente (Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí, Zacatecas), Centro (Distrito Federal, Hidalgo, México, Morelos, Puebla y Tlaxcala), y Sur-Sureste (Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán).

tencias como ésta, carecemos de datos de vehículos importados de forma irregular, de información sobre uso (comercial, particular, carga, transporte de pasajeros, etcétera) y de los combustibles que utilizan los vehículos.

Tampoco conocemos la estructura de edades ni características técnicas. A pesar de lo anterior, las cifras a nivel nacional y regional reflejan de manera aproximada las tendencias de crecimiento del parque aunque probablemente tengamos cierta subestimación. La gráfica 2 ilustra la relación entre tenencia y PIB per cápita. Una estimación de las elasticidades de la tenencia de vehículos per cápita con respecto al ingreso per cápita se muestra en el cuadro 2. La división en tres subperiodos coincide aproximadamente con los tres sexenios presidenciales que abarca el periodo.

Gráfica 2
TENENCIA DE VEHÍCULOS PER CÁPITA Y PIB PER CÁPITA,
1982-2001



Fuente: Conapo: <http://www.conapo.gob.mx>, INEGI (1): *Sistema de Información Económica*, <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bdine/bancos.htm>

Cuadro 2
ELASTICIDAD-INGRESO PER CÁPITA DE LA TENENCIA DE VEHÍCULOS
PER CÁPITA

	1982-2001	1982-1988	1989-1994	1995-2001
Nacional	2.43	-0.83	2.35	1.71
Noroeste				2.2
Noreste				1.1
Centro-Occidente				1.5
Centro				1.5
Sur-Sureste				4.1

Fuente: Conapo: <http://www.conapo.gob.mx> INEGI (1): *Sistema de Información Económica*, <http://dgenesyp.inegi.gob.mx/bdine/bancos.htm> INEGI (3): *Censos de Población y de Vivienda*, diversos años, <http://www.inegi.gob.mx>

El primer periodo parece mostrar un comportamiento atípico en el sentido de que tenemos una disminución del ingreso per cápita y un aumento en la tenencia de vehículos per cápita; se debe probablemente a factores específicos que incentivaron la demanda de vehículos como tasas inflacionarias muy altas, facilidades fiscales, cambios bruscos en la distribución del ingreso y deficiencias en las estadísticas de la tenencia.

En cambio, en los dos últimos periodos tenemos una relación positiva, con elasticidades muy altas. Se observan además diferencias importantes entre las elasticidades regionales que reflejan principalmente las diferencias en ingreso per cápita. Lo anterior implica para el modelaje, que es necesario tomar en cuenta no solamente los cambios en el promedio del ingreso, sino también su distribución. También habría que tomar en cuenta otros factores:

PROYECCIÓN DEL PARQUE

Las familias muestran una preferencia por disponer de transporte en automóviles propios sin que esto implique

que dejen de usar el transporte público cuando fuera más conveniente. Podríamos dividir las familias en tres grupos:

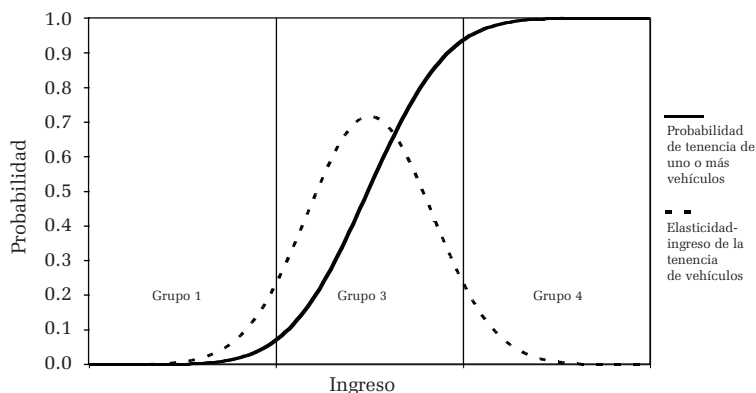
1. Bajos ingresos. La satisfacción de necesidades básicas como alimentos y alojamiento no permite adquirir un vehículo, mantenerlo y usarlo. La probabilidad de tenencia de un vehículo es baja y la elasticidad-ingreso cercana a cero.

2. Ingresos Medios y Altos. Pueden permitirse tener uno o más vehículos propios. La probabilidad de tenencia de un vehículo o varios es alta y la elasticidad-ingreso baja.

3. Grupo Intermedio. El rango de ingreso en que encontramos este grupo no se puede definir de forma muy precisa, y cambia además en el tiempo por factores como precios de vehículos, de combustible, de mantenimiento y del transporte público. Además afectan el costo y disponibilidad de crédito, la densidad poblacional, urbano o no urbano, vialidad, estatus etcétera. La elasticidad-ingreso es muy alta.

Sumando por región o a nivel nacional resulta que la elasticidad-ingreso de la tenencia de vehículos depende de la distribución de las familias entre estos tres grupos. Si más familias se encuentran en el grupo 3 se observará una mayor elasticidad-ingreso. Si un país o región transita en el tiempo de ser un país pobre a un país o región próspera, las familias se mueven paulatinamente del grupo 1 al 3 al 2; la elasticidad-ingreso por región o a nivel nacional estaría inicialmente baja, sube a niveles altos y posteriormente tiende a bajar de nuevo (véase gráfica 3).

Gráfica 3
 PROBABILIDAD DE TENENCIA DE VEHÍCULOS
 Y LA ELASTICIDAD-INGRESO



Una estrategia de investigación podría ser realizar un muestreo entre varios miles de familias mexicanas y obtener datos sobre ingreso y tenencia de vehículos. Con un modelo Logit o Probit se podría estimar las probabilidades de tenencia de vehículos para diferentes rangos de ingreso. Estas probabilidades se podrían aplicar para proyección a futuro de la tenencia con un escenario de crecimiento de los ingresos por rango de ingreso. Este procedimiento implica suponer que las probabilidades que salen de una investigación con datos de corte transversal son iguales a las de series de tiempo en donde otros factores no son constantes.

ESTIMACIÓN DEL PARQUE

No habiendo los medios para lo anterior, se presenta como alternativa aplicar los resultados de Dargay y Gately (2001)

cuya característica principal es modelar la relación a largo plazo entre la tenencia per cápita y el ingreso per cápita mediante una curva de Gompertz en forma de S que parece imitar bien los resultados que teóricamente se esperaría obtener. Aplicar este modelo por región introduce de alguna manera la distribución del ingreso.

El modelo de Dargay y Gately tiene la siguiente especificación:

Determinación del equilibrio

$$V_t^* = \gamma e^{-\alpha} e^{\beta \text{PNB}_t}$$

V^* : vehículos per cápita; valores de equilibrio o de largo plazo.

PNB: producto nacional bruto per cápita expresado en paridad de poder adquisitivo.

$\gamma > 0$ representa el nivel de saturación de la tenencia de vehículos per cápita; α y β determinan la forma de la curva de Gompertz.

Determinación del nivel de saturación

$$\gamma = \gamma_0 + \lambda \text{PD}_n$$

PD: densidad normalizada de población en habitantes por kilómetro cuadrado.

Se espera un signo negativo para λ : con una mayor densidad poblacional se tendría un menor nivel de saturación debido a una mayor disponibilidad y conveniencia de transporte público y menores distancias origen destino de los viajes.

Mecanismo de ajuste parcial

$$V_t = V_{t-1} + \theta (V_t^* - V_{t-1})$$

V : vehículos per cápita.

$0 < q < 1$ es el coeficiente de la rapidez del ajuste parcial. Expresa la fracción del ajuste que se realiza en cada periodo.

Se distinguen dos coeficientes de la rapidez de ajuste, θ_R para periodos de crecimiento positivo y θ_F para periodos de crecimiento negativo.

$$\theta = \theta_R D_R + \theta_F D_F$$

D_R : variable dicotómica; $D_R = 1$ cuando $PNB_t > PNB_{t-1}$; $D_R = 0$ en caso contrario.

D_F : variable dicotómica; $D_F = 1$ cuando $PNB_t < PNB_{t-1}$; $D_F = 0$ en caso contrario.

Se espera que $0 < \theta_F < \theta_R < 1$, o sea, ante un periodo de disminución del ingreso, la tenencia reacciona de forma relativamente lenta.

Combinando las ecuaciones anteriores

$$V_t = (\gamma_0 + \lambda PD_n) (\theta_R D_R + \theta_F D_F) e^{\alpha} e^{\beta PNB_t} + (1 - \theta_R D_R - \theta_F D_F) V_{t-1}$$

Los autores estiman los coeficientes de la ecuación de forma reducida con una muestra de datos de corte transversal y de series de tiempo de 82 países, α y γ son coeficientes comunes y β es específica para cada país. Aplicando estos resultados a México en forma regional se obtuvieron las proyecciones presentadas en los cuadros 3, 4 y 5. En éstas se utilizaron tasas de crecimiento de la población por estado de proyecciones publicadas por la Comisión Nacional de Población (Conapo). Con respecto al crecimiento del ingreso nacional se aplicaron para el periodo 2003-2012 las tasas del escenario base de la *Prospectiva del Mercado de Gas Natural* de la Secretaría de Energía (SENER), 4.3 por ciento en promedio, y posteriormente una tasa de 3.5 por ciento. Una tasa de crecimiento 2013-2050 más moderada de 2.5

Cuadro 3
 PROYECCIÓN REGIONAL DE LA TENENCIA DE VEHÍCULOS, 2001-2050,
 (Millones de unidades)

Año	Noroeste	Noreste	Centro		Sur	Nacional
			Occidente	Centro	Sureste	
2001	2.2	3.7	4.3	6.1	2.1	18.3
2005	2.5	4.4	4.7	7.5	2.4	21.5
2010	3.0	5.8	5.4	10.7	2.8	27.6
2015	3.7	7.6	6.5	14.6	3.6	36.0
2020	4.5	9.4	8.2	18.4	4.7	45.3
2025	5.4	11.2	10.3	21.9	6.3	55.1
2030	6.5	12.7	12.6	25.0	8.3	65.1
2035	7.5	14.1	14.9	27.4	10.7	74.6
2040	8.5	15.1	17.0	29.1	13.2	82.9
2045	9.3	15.8	18.5	30.0	15.7	89.3
2050	9.9	16.2	19.3	30.2	17.8	93.5

Fuente: Dargay, Joyce y Dermot Gately, *Modeling Global Vehicle Ownership*, ensayo presentado en la 9a World Conference on Transport Research Seúl, 22 de julio de 2001, INEGI (1): *Sistema de Información Económica*, <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bdine/bancos.htm> INEGI (3): *Censos de Población y de Vivienda*, diversos años, <http://www.inegi.gob.mx>

por ciento significaría que en el 2050 se llegaría aproximadamente a las cifras de tenencia per cápita del 2040 del escenario de crecimiento de 3.5 por ciento.

Las elasticidades (véase cuadro 4), calculadas conforme a la primera ecuación del modelo de Dargay y Gately, pasan alrededor de 2 en el 2001 a, aproximadamente, unitarias en el 2025 y cercanas a cero en el 2050.

El nivel de saturación de la tenencia de vehículos es aproximadamente 0.77 para la región Centro, por su mayor densidad poblacional, y 0.80 para las otras regiones. Las regiones Noreste y Centro se acercan más a estos niveles (véase cuadro 6), mientras que la región con mayores rezagos es la Sur-Sureste, que tenía en el 2001 una densidad vehicular de una tercera parte de las regiones del norte del país y que en el 2050 estaría todavía 17 puntos por abajo del nivel de saturación.

Cuadro 4

PROYECCIÓN REGIONAL DE LA ELASTICIDAD-INGRESO DE LA TENENCIA
DE VEHÍCULOS, 2001-2050

Año	Noroeste	Noreste	Centro		Sur	
			Occidente	Centro	Sureste	Nacional
2001	1.9	1.6	2.1	1.8	2.1	2.0
2005	1.8	1.6	2.1	1.7	2.1	1.9
2010	1.6	1.2	1.9	1.3	2.1	1.7
2015	1.4	1.0	1.7	1.0	2.0	1.4
2020	1.2	0.8	1.5	0.8	1.9	1.2
2025	1.0	0.6	1.2	0.6	1.7	0.9
2030	0.8	0.4	0.9	0.4	1.5	0.7
2035	0.6	0.2	0.6	0.2	1.2	0.4
2040	0.4	0.1	0.4	0.1	0.9	0.3
2045	0.2	0.1	0.2	0.0	0.6	0.1
2050	0.1	0.0	0.1	0.0	0.4	0.1

Fuente: Dargay y Gately (2001) e INEGI (2001); Dargay, Joyce y Dermot Gately, *Modeling Global Vehicle Ownership*. Ensayo presentado en la 9a World Conference on Transport Research Seoul, 22 de julio de 2001, INEGI (1): *Sistema de Información Económica*, <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bdine/bancos.htm>, INEGI (3): Censos de Población y de Vivienda, Diversos años, <http://www.inegi.gob.mx>

Cuadro 5

PROYECCIÓN REGIONAL DE LA TENENCIA PER CÁPITA DE VEHÍCULOS,
2001-2050

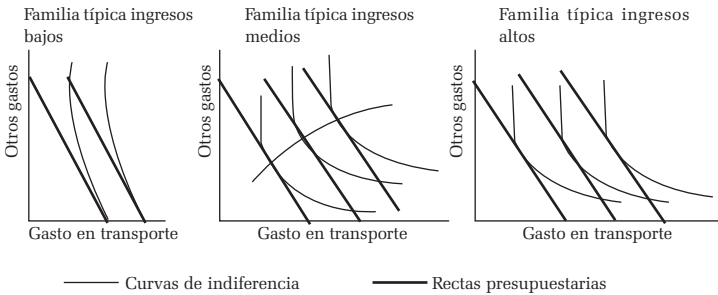
Año	Noroeste	Noreste	Centro		Sur	
			Occidente	Centro	Sureste	Nacional
2001	0.27	0.26	0.18	0.18	0.09	0.18
2005	0.28	0.29	0.20	0.22	0.10	0.20
2010	0.31	0.36	0.21	0.30	0.11	0.25
2015	0.36	0.45	0.25	0.39	0.14	0.31
2020	0.41	0.53	0.31	0.48	0.17	0.38
2025	0.47	0.60	0.38	0.55	0.23	0.44
2030	0.53	0.66	0.47	0.62	0.29	0.51
2035	0.60	0.70	0.55	0.67	0.37	0.58
2040	0.65	0.74	0.63	0.71	0.46	0.64
2045	0.70	0.77	0.69	0.74	0.55	0.69
2050	0.74	0.78	0.73	0.75	0.63	0.73

Fuente: Estimación del autor, con base en Banco Mundial, CONAPO. Joyce Dargay y Dermot Gately, *Modeling Global Vehicle Ownership*, ensayo presentado en la 9a World Conference on Transport Research Seoul, 22 de julio de 2001, INEGI (1): *Sistema de Información Económica*, <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bdine/bancos.htm>, INEGI (3): *Censos de Población y de Vivienda*, diversos años, <http://www.inegi.gob.mx>

ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE COMBUSTIBLES

Los Servicios de Transporte son (para la gran mayoría de las familias mexicanas) bienes de lujo en términos de curvas de Engel: en la medida que aumenta el ingreso familiar aumenta la participación de los gastos en transporte en el gasto total. Si dividimos los Gastos Familiares en dos partes: gasto en transporte y otros gastos; podemos construir mapas de curvas de indiferencia en combinación con rectas presupuestarias. Familias con menores ingresos tendrían un óptimo de esquina, eligiendo cero gasto en transporte (motorizado). Familias con mayores ingresos tienden a demandar más transporte. Posiblemente al otro lado del espectro existen familias en donde un aumento en el ingreso no provoca mayores gastos en transporte y el óptimo se desplaza de manera horizontal, lo que significa una disminución de la participación del gasto en transporte en el gasto total. Lo anterior implica que lo que pasaría cuando el ingreso nacional se incrementa no depende simplemente de la tasa global de este incremento o del incremento del ingreso per cápita, sino de la distribución de este ingreso incremental.

Gráfica 4
OPTIMIZACIÓN CONCEPTUAL PARA FAMILIAS
DE DIFERENTES ESTRATOS DE INGRESO



Además, esperaríamos una elasticidad-ingreso decreciente a largo plazo; es decir, después de pasar por cierto nivel de ingreso, en la medida que el ingreso aumente decrece la participación de la demanda de transporte en el gasto total.

Teóricamente deberíamos de estimar la demanda de transporte en términos de kilómetros recorridos por año por familia en las diferentes modalidades. Esta demanda estaría en función del ingreso real, los precios reales de un kilómetro de transporte en las modalidades disponibles y los precios de otras categorías de bienes. El comportamiento optimizado exige que el efecto precio e ingreso de un aumento del precio de transporte resulten en una menor participación del gasto de transporte en el gasto total. Muchas formas funcionales implican este comportamiento, entre otras la forma doble-logarítmica, pero este formato tiene la desventaja de una elasticidad-ingreso constante, lo cual no es conveniente para una proyección a largo plazo.

De un ejercicio así podríamos derivar la demanda de combustibles estimando el volumen de combustible por kilómetro recorrido. Este volumen depende de la eficiencia decreciente por mejores tecnologías y la distribución de la tenencia entre diferentes clases de vehículos, que tiende a vehículos más pesados.

No se dispone de información para calcular los kilómetros viajados por modalidad y uso. Por tal motivo relacionamos directamente la demanda de combustibles con algunos factores explicativos. La ecuación combina los factores de demanda de transporte, es decir ingreso y precios reales, con la demanda derivada de combustibles, como número, características y distribución de vehículos y las eficiencias, resumido en la práctica de manera aproximada e imperfecta con el número de vehículos per cápita.

Se consideran cuatro combustibles, gasolinas, gas licuado de petróleo (gas LP), gas natural comprimido (GNC) y diesel, todos para uso carburante. Se realizan dos estimaciones: una para la suma de gasolinas, gas LP y GNC y otra para diesel. Suponemos que el diesel se emplea principalmente para carga y los demás combustibles para transporte de personas. Se estima que aproximadamente 3.5 por ciento de los vehículos utilizan diesel con uso predominante de carga, sin opción de substitución por otros combustibles. En cambio, se supone que gasolinas, gas LP y gas natural son sustitutos. En este caso se procede en dos etapas: primero se estima la demanda de estos combustibles en conjunto y luego se determina la participación de cada uno.

Se suman los volúmenes de los tres tomando en cuenta las eficiencias relativas de cada una expresando la suma como miles de barriles diarios de gasolina equivalente. El modelo postula entonces que la demanda de combustibles por vehículo depende de tres variables explicativas:

- el ingreso per cápita esperando una elasticidad-ingreso positiva;
- el precio de gasolina dividido entre el Índice Nacional de Precios al Consumidor (IPC) con una elasticidad negativa y
- el número de vehículos per cápita con una elasticidad negativa, reflejando un uso menos intensivo en la medida que hay mayor disponibilidad de vehículos y la mayor eficiencia de vehículos por la paulatina renovación del parque compensado parcialmente por una tendencia de adquirir vehículos más pesados.

Tomando inicialmente funciones doble-logarítmicas las ecuaciones propuestas tienen el siguiente formato:

$$\ln(\text{DEMCPV})_{it} = \alpha_i + \beta_i \ln(\text{PIBPC})_{it} + \gamma_i \ln(\text{PRECIO})_t + \delta_i \ln(\text{PARQUEPC})_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

donde:

DEMCPV: Demanda de gasolinas, gas natural y gas LP por vehículo.

PIBPC: Producto interno bruto real per cápita a costo de factores.

PRECIO: Precio real ponderado de gasolina y gas LP con relación al INPC.²

PARQUEPC: Número de vehículos a gasolina, gas LP y GNC per cápita.

i: índice de región.

t: año (de 1993 al 2002).

ε : errores aleatorios.

Se estima el modelo en forma regional con el método de regresiones aparentemente no relacionadas con los resultados que se presentan en el cuadro 6.

Los resultados de la regresión son en general satisfactorios y presentan los signos adecuados, excepto la elasticidad-ingreso en el Noroeste, que no es significativa. La especificación anterior tiene el defecto de elasticidades-ingreso constantes, lo cual contradice la teoría que predice una disminución de la elasticidad-ingreso en la medida que aumenta el ingreso, dando como resultado una saturación del gasto en transporte llegando a cierto nivel de ingreso. Por tanto las proyecciones con estas regresiones no se pueden extender a periodos demasiado largos.

²El consumo vehicular de gas natural inicia en 1999; los volúmenes son todavía muy reducidos con precios no publicados. Por tanto se excluye el gas natural de este promedio ponderado.

Cuadro 6
 RESULTADOS DE LA REGRESIÓN DE LA DEMANDA DE COMBUSTIBLES
 POR VEHÍCULO CON LA ESPECIFICACIÓN (1)

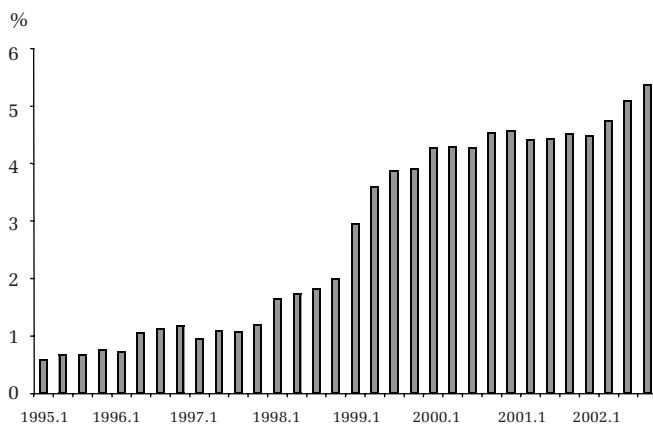
Variable	Noroeste	Noreste	Centro		Sur	R ²	DW
			Occidente	Centro	Sureste		
PIBPC	-0.16	0.60	0.66	0.33	0.89		
Estadístico t	-0.58	6.46	5.73	2.79	2.87		
PRECIO	-0.67	-0.80	-0.55	-0.52	-1.27	0.99	2.03
Estadístico t	-4.48	-6.86	-4.94	-6.39	-7.06		
PARQUEPC	-0.89	-0.90	-0.74	-0.76	-0.50		
Estadístico t	-14.79	-19.05	-13.78	-13.29	-4.11		

Fuente: Conapo: <http://www.conapo.gob.mx>; INEGI (1): *Sistema de Información Económica*, <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bdine/bancos.htm>. INEGI (3): *Censos de Población y de Vivienda*, diversos años, <http://www.inegi.gob.mx>, SENER (1): *Prospectiva del Mercado de Gas Natural*, diversos años, México, Secretaría de Energía. SENER (3): *Prospectiva de Petrolíferos*, diversos años, México, Secretaría de Energía. Pemex: *Memoria de Labores y Memoria Estadística de Labores*, diversos Años, México, Petróleos Mexicanos.

En lo anterior se consideró la demanda total de gasolinas, gas LP carburante y GNC. Ahora analizamos las participaciones del gas LP y GNC dentro de este total. La gráficas 4 y 5 reflejan la situación de la demanda de gas LP en el transporte.

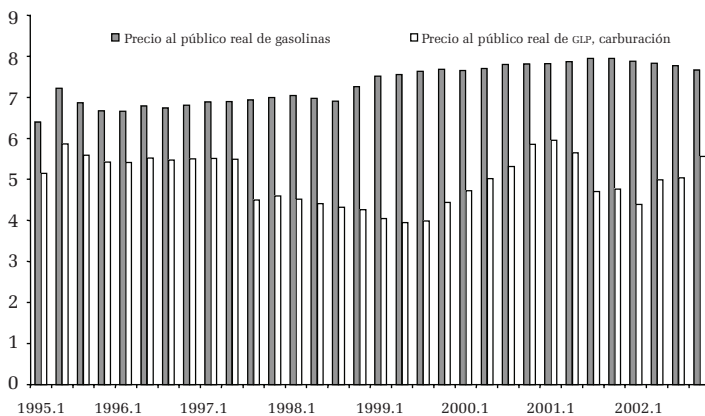
Notamos un aumento considerable pasando de una participación de menos del uno por ciento en 1995 a más que cinco en el 2002. El principal factor que explica esto fue la baja del precio de gas LP relativo a la gasolina debido a la abolición de un impuesto especial sobre gas LP carburante. Como consecuencia se volvió mucho más factible la inversión en la conversión de vehículos a gas LP. La redituabilidad de esta inversión depende de la medida en que el ahorro por utilizar gas LP compensa el costo de la conversión. La gráfica 7 muestra una estimación para diferentes tipos de vehículos, comparando el recorrido medio anual con el recorrido mínimo nece-

Gráfica 5
PARTICIPACIÓN DE GAS LP EN LA DEMANDA DE GASOLINAS, GAS LP
CARBURANTE Y GNC



Fuente: SENER (2): *Prospectiva del Mercado de Gas Licuado de Petróleo*, diversos años, México, Secretaría de Energía.

Gráfica 6
PRECIO REAL PONDERADO DE GASOLINAS Y PRECIO REAL DE GAS LP
CARBURANTE CORREGIDO POR EFICIENCIA RELATIVA A GASOLINA,
PESOS POR GIGACALORÍA



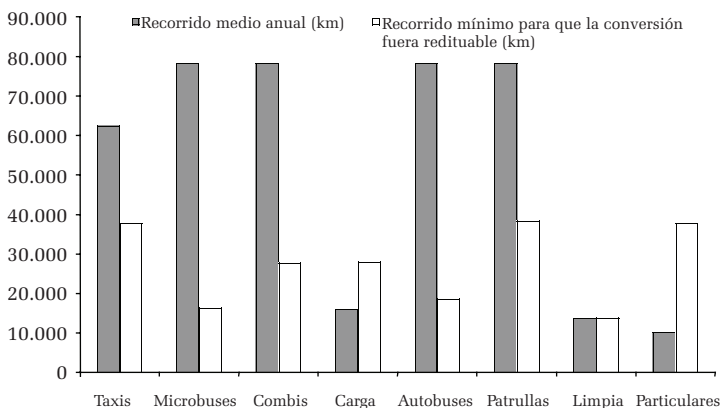
Fuente: SENER (2): *Prospectiva del Mercado de Gas Licuado de Petróleo*, diversos años, México, Secretaría de Energía.

sario para que conversión se justifica, tomando una tasa de descuento de 1.4 por ciento mensual.

Encuestas realizadas en el 2001 por la Procuraduría del Consumidor revelaron que hay vehículos de todos tipos convertidos a gas LP incluyendo automóviles particulares; a pesar de que su recorrido medio es mucho menor que el recorrido mínimo necesario para que conversión fuera justificado en términos financieros. Se explica este fenómeno por la distribución de los recorridos anuales: existe cierto porcentaje de estos vehículos que sobrepasa el recorrido mínimo necesario. Un ejercicio aproximado estima que con los precios relativos de los dos combustibles vigentes en el 2002 y los costos de conversión del mismo año potencialmente 2.2 por ciento de los vehículos podrían emplear gas LP, comparado con 1.7 por ciento estimado para este año.

Gráfica 7

RECORRIDO ANUAL DE DIFERENTES TIPOS DE VEHÍCULOS
Y EL RECORRIDO MÍNIMO NECESARIO PARA QUE LA CONVERSIÓN
A GAS LP SEA REDUITABLE



Fuente: SENER (1): *Prospectiva del Mercado de Gas Natural*, diversos años, México, Secretaría de Energía. SENER (2): *Prospectiva del Mercado de Gas Licuado de Petróleo*, diversos años, México, Secretaría de Energía.

En términos de combustible estos porcentajes serían 6.8 y 4.9, respectivamente. Los mayores porcentajes en términos de combustibles se explican porque los vehículos a gas LP tienen recorridos largos y demandan relativamente más combustibles que los a gasolina. Se puede concluir que todavía hay un número considerable de vehículos que podrían convertirse a gas LP, y se puede esperar un aumento importante de la demanda de gas LP carburante en los próximos años, si se supone que el precio relativo de gas LP se mantiene a niveles semejantes a los del 2002. Cabe mencionar que esto significa menores ingresos para Hacienda, ya que el diferencial en precios refleja principalmente diferencias en tratamiento fiscal de los dos combustibles. La proyección de la participación de gas LP en el total de combustibles automotrices supone que no prosperen intentos recientes, impugnados exitosamente por organizaciones de distribuidores de gas LP, de grabar nuevamente el gas LP carburante con un impuesto especial.

La demanda de GNC se basa en las perspectivas, expresadas en entrevistas, de distribuidores de gas natural que han incurrido en este negocio. En cuanto a la demanda de diesel en el sector transporte, se propone la siguiente especificación:

$$\ln(\text{DEMDIESEL})_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln(\text{PIB})_{it} + \gamma_1 \text{TIEMPO} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Donde:

DEMDIESEL: Demanda de diesel en el transporte terrestre (autotransporte y transporte ferroviario).

TIEMPO: contador de años, 1993 = 1.

i: índice de región.

t: año (de 1993 al 2002).

ε : errores aleatorios.

Esta especificación tan simple retoma la consideración de ausencia de sustitutos en el transporte de carga a diesel. Esperamos, obviamente, una elasticidad ingreso positiva y del orden de magnitud uno. La variable tiempo representa la mejora en eficiencia, y el coeficiente debe de resultar negativo. La regresión con el método de regresiones aparentemente no relacionadas dio el resultado del cuadro 7. Estimar elasticidades y tasa de decrecimiento constantes implica de nuevo que no podemos pronosticar esta especificación para un futuro muy lejano.

Las elasticidades-ingreso de las regiones Noroeste y Noreste salen demasiado bajas, especialmente la primera. Esto se debe probablemente a la falla de no considerar los precios relativos de diesel en México y los Estados Unidos de América. En varios años ha existido un precio mayor en México que en Estados Unidos de América, lo cual ha desviado demanda al país vecino. La tasa de decrecimiento de 2 por ciento está en el orden de mejores en los rendimientos de vehículos de carga a diesel publicadas por el Department of Energy (DOE).

La gráfica 8 y el cuadro 8 muestran los resultados de una proyección a mediano plazo de la demanda de com-

Cuadro 7
RESULTADOS DE LA REGRESIÓN DE LA DEMANDA DE DIESEL EN EL
TRANSPORTE TERRESTRE CON LA ESPECIFICACIÓN (2)

Variable	Noroeste	Noreste	Centro		Sur		R ²	DW
			Occidente	Centro	Sureste			
PIB	0.19	0.64	1.14	1.26	1.21			
Estadístico t	1.42	6.84	18.67	13.83	6.17	0.99	1.53	
T			-0.02					
Estadístico t			-9.28					

Fuente: INEGI (1): *Sistema de Información Económica*, <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bdine/bancos.htm>. SENER (3): *Prospectiva de Petrolíferos*, Diversos años, México, Secretaría de Energía.

bustibles en el transporte terrestre. En estas proyecciones se resta de la demanda total derivada de la ecuación (1) la demanda de gas LP y de GNC. Se suma la demanda de diesel automotriz basada en la ecuación (2).

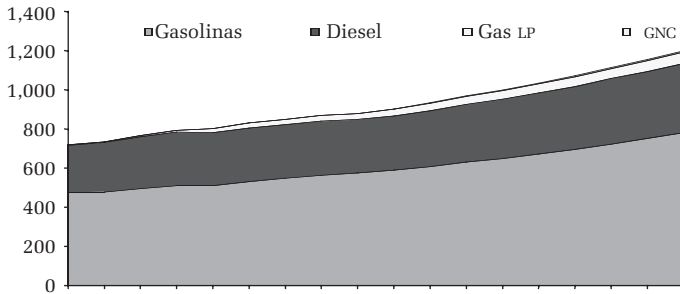
Cuadro 8
DEMANDA DE COMBUSTIBLES EN EL TRANSPORTE TERRESTRE,
1993-2012

Año	Miles de barriles diarios de gasolina equivalente					Estructura porcentual				
	Gasolinas	Diesel	gas LP	GNC	Total	Gasolinas	Diesel	gas LP	GNC	Total
1995	478.8	238.9	3.3	0.0	720.9	66.4	33.1	0.5	0.0	100.0
1996	480.6	250.4	5.0	0.0	736.0	65.3	34.0	0.7	0.0	100.0
1997	497.8	265.0	5.5	0.0	768.3	64.8	34.5	0.7	0.0	100.0
1998	511.7	272.3	9.5	0.0	793.4	64.5	34.3	1.2	0.0	100.0
1999	511.0	271.2	19.1	0.2	801.5	63.8	33.8	2.4	0.0	100.0
2000	531.4	275.7	24.2	0.1	831.4	63.9	33.2	2.9	0.0	100.0
2001	550.6	273.0	25.9	0.2	849.7	64.8	32.1	3.0	0.0	100.0
2002	565.3	274.9	29.4	0.4	869.9	65.0	31.6	3.4	0.0	100.0
2003	575.9	272.7	31.6	0.0	880.2	65.4	31.0	3.6	0.0	100.0
2004	590.9	277.5	34.2	0.5	903.0	65.4	30.7	3.8	0.1	100.0
2005	609.7	285.8	37.7	1.1	934.3	65.3	30.6	4.0	0.1	100.0
2006	631.0	295.5	41.5	1.8	969.9	65.1	30.5	4.3	0.2	100.0
2007	650.5	302.7	44.8	2.5	1,000.5	65.0	30.3	4.5	0.3	100.0
2008	672.5	311.2	47.5	3.3	1,034.5	65.0	30.1	4.6	0.3	100.0
2009	697.2	321.2	49.9	4.0	1,072.4	65.0	30.0	4.7	0.4	100.0
2010	724.9	332.6	52.2	4.8	1,114.5	65.0	29.8	4.7	0.4	100.0
2011	752.7	343.0	54.3	5.7	1,155.7	65.1	29.7	4.7	0.5	100.0
2012	782.0	353.8	56.6	6.4	1,198.7	65.2	29.5	4.7	0.5	100.0
TMCA 1995-2002	2.4	2.0	36.9	N.A.	2.7					
TMCA 2002-2012	-3.3	2.6	6.8	33.5	3.3					

Fuente: Conapo: <http://www.conapo.gob.mx>. INEGI (1): *Sistema de Información Económica*, <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bdine/bancos.htm>. INEGI (3): Censos de Población y de Vivienda, diversos años, <http://www.inegi.gob.mx>. SENER (1): *Prospectiva del Mercado de Gas Natural*, diversos años, México, Secretaría de Energía. SENER (3): *Prospectiva de Petrolíferos*, diversos años, México, Secretaría de Energía. Pemex: *Memoria de Labores y Memoria Estadística de Labores*, diversos años, México, Petróleos Mexicanos, <http://www.pemex.gob.mx>

Gráfica 8

DEMANDA DE COMBUSTIBLES EN EL TRANSPORTE TERRESTRE, 1993-2012, MILES DE BARRILES DIARIOS DE GASOLINA EQUIVALENTE



Fuente: Conapo: <http://www.conapo.gob.mx>. INEGI (1): *Sistema de Información Económica*, <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bdine/bancos.htm>. INEGI (3): Censos de Población y de Vivienda, diversos años, <http://www.inegi.gob.mx>, SENER (1): *Prospectiva del Mercado de Gas Natural*, diversos años, México, Secretaría de Energía. SENER (3): *Prospectiva de Petrolíferos*, diversos años, México, Secretaría de Energía. Pemex: *Memoria de Labores y Memoria Estadística de Labores*, diversos años, México, Petróleos Mexicanos, <http://www.pemex.gob.mx>

CONCLUSIONES

- Si México sigue un patrón de desarrollo en el sector automotriz semejante a otros países, es muy probable que en las próximas décadas el nivel de tenencia de vehículos crezca a tasas altas. Para el periodo 2002-2012 se esperan tasas de crecimiento promedio anual de entre cuatro y siete por ciento.
- El crecimiento de la demanda de los combustibles automotrices sería importante, pero menor al del parque, por los mayores rendimientos esperados de los vehículos y su uso menos intensivo.
- Combustibles alternativos a la gasolina como gas LP y gas natural comprimido tienen posibilidades reales de desarrollarse si se mantienen los diferenciales actuales entre los precios de los combustibles, favoreciendo a ve-

hículos con recorridos largos y/o consumo alto de combustible la opción de conversión a gas LP o gas natural comprimido, siendo la última la más recomendable en términos de reducción de emisiones de contaminantes.

BIBLIOGRAFÍA

- BALTAGI, B. H. y J. M. Griffin, "Gasoline Demand in the OECD: An Application of Pooling and Testing Procedures", *European Economic Review*, núm. pp. 22, 117-137.
- BANCO MUNDIAL: <http://www.worldbank.org/data>
- BANXICO: <http://www.banxico.org.mx/eInfoFinanciera/FSinfoFinanciera.html>
- CONAPO: <http://www.conapo.gob.mx>
- DARGAY, Joyce y Dermot Gately, *Modeling Global Vehicle Ownership*, ensayo presentado en la 9a World Conference on Transport Research, Seúl, 22 de julio de 2001.
- INEGI (1): *Sistema de Información Económica*, <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bdine/bancos.htm>
- (2): *Sistema Municipal de Bases de datos (SIMBAD)* http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/simbad
- (3): *Censos de Población y de Vivienda*, diversos años, <http://www.inegi.gob.mx>
- PEMEX: *Memoria de Labores y Memoria Estadística de Labores*, diversos años, México, Petróleos Mexicanos, <http://www.pemex.gob.mx>
- SENER (1): *Prospectiva del Mercado de Gas Natural*, diversos años, México, Secretaría de Energía.
- (2): *Prospectiva del Mercado de Gas Licuado de Petróleo*, diversos años, México, Secretaría de Energía.
- (3): *Prospectiva de Petrolíferos*, diversos años, México, Secretaría de Energía.
- (4): *Balance Nacional de Energía*, diversos años, México, Secretaría de Energía.

Indicadores del desarrollo sustentable: el caso de los recursos forestales de México

José Luis Romo Lozano

INTRODUCCIÓN

El concepto *indicador* ha estado presente siempre en el desarrollo del conocimiento humano, sin embargo, su uso relacionado con aspectos de sustentabilidad y específicamente con el manejo sustentable de los bosques, ha irrumpido de manera sobresaliente a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente celebrada en Río de Janeiro en 1992. Los resultados de esta reunión se plasmaron en cinco documentos, entre los cuales uno es de particular interés en este trabajo: *Declaración de principios sobre el manejo, conservación y aprovechamiento sustentable de los bosques*. Éstos documentos dieron lugar a que varios gobiernos acordaran la formulación de normas para el desarrollo sustentable. A partir de estos acuerdos, actualmente alrededor de 140 países participan en nueve iniciativas que buscan definir un conjunto de indicadores que les permita desarrollar un manejo forestal sustentable de sus bosques. Cada una de esas iniciativas, llamadas procesos, agrupa a distintos países conjuntados principalmente con base con las condiciones de sus bosques. El proceso de

Montreal es la resultante de una de esas iniciativas y México, junto con otros 11 países, forma parte de éste.

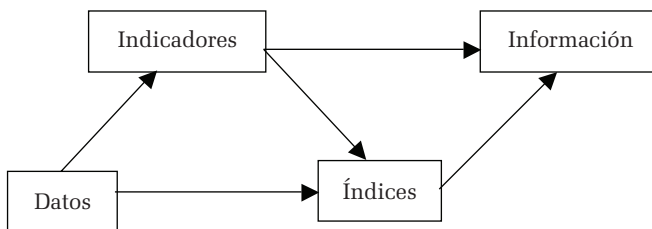
INDICADORES

La capacidad de abstracción ha permitido al hombre, a través de su historia, poder subsistir y desarrollarse de manera dominante en la realidad de la cual forma parte. Esa realidad se compone de múltiples y complejas interacciones que conforman una cantidad inmensa de datos, cuya consideración es necesaria en la toma de decisiones que busca garantizar la viabilidad existencial. La manera en que el hombre ha enfrentado esa complejidad de datos ha sido mediante el uso de la abstracción; discriminando y condensando los aspectos que la conforman; es decir, construyendo indicadores.

Los indicadores siempre han estado presentes tanto en la cotidianidad del hombre como en las distintas disciplinas del conocimiento; un cielo gris nos indica la posibilidad de lluvia; una sonrisa comúnmente la interpretamos como una señal de amistad; la luz roja de un semáforo nos señala el peligro de un accidente vial; el incremento de desempleo implica problemas sociales. En economía, sólo por citar el ejemplo de una disciplina, el precio es un indicador que condensa una enorme cantidad de datos relevantes. Los indicadores son nuestra conexión con el mundo real (Bossel, 1999).

Un indicador, es un medio diseñado para reducir una gran cantidad de datos a su forma más simple, reteniendo su significado esencial para preguntas que buscan ser respondidas a partir de los datos (Ott, 1978). Los indicadores frecuentemente son conjuntados y ponderados para formar

Figura 1
DE LOS DATOS A LA INFORMACIÓN



Fuente: L. Segnestam, *Indicators of Environment and Sustainable Development, Theories and Practical Experiences*, The World Bank Department, paper núm. 89, Environmental Economics Series, 2002.

índices. Un índice es un indicador sin unidad de medida y se usa para describir el impacto total sobre un cierto aspecto dentro de, por ejemplo, el estado del ambiente (Malkina-Pykh, 2000). Los datos del mundo real conforman indicadores, los cuales algunas veces se usan para construir índices, mismos que producen información que es requerida para tomar mejores decisiones sobre esa realidad (véase figura 1).

MARCOS TEÓRICOS EN LA SELECCIÓN DE INDICADORES

Existe abundante literatura sobre las distintas metodologías que han sido utilizadas para la selección de indicadores, pero quizás una de las revisiones más interesantes y completas sobre esto es la realizada por Hodge (1997). En ese trabajo se identificaron 29 modelos, o marcos teóricos, que han sido aplicados por distintas disciplinas del conocimiento en la selección de indicadores. La evaluación y análisis realizados por Hodge de tales modelos fue guiada por los siguientes criterios en forma de preguntas:

1. ¿La definición de los componentes y sus relaciones están claramente declaradas y sin ambigüedad?
2. ¿El modelo refleja los valores básicos del concepto de sustentabilidad?
3. ¿El modelo refleja un enfoque sistemático para describir las interacciones de humanos-ecosistemas, y sirvió para tratar no sólo con los componentes sino con el sistema completo, de modo que puedan ser reconocidas las propiedades emergentes?
4. ¿El modelo describe con precisión el sistema físico que se trata y su relación con la toma de decisiones humanas de modo que la función de reportar sea dirigida apropiadamente?
5. ¿El modelo conduce de manera fácil a un marco organizacional para compilar datos e información, evaluar el progreso y reportar sobre la sustentabilidad?

Al final de su revisión Hodge señala, entre sus conclusiones, que aunque todos los modelos analizados ofrecen conocimientos útiles para el marco conceptual y sistema de reporte requeridos, ninguno proporciona un marco para reportar la sustentabilidad que satisfaga los cinco criterios mencionados anteriormente. En lo que resta de esta sección se presenta una breve revisión de los marcos teóricos que más han influenciado en la selección de criterios relacionados con la sustentabilidad de los recursos forestales.

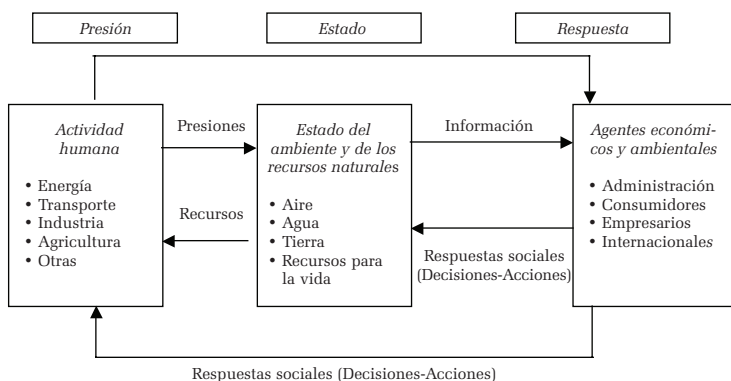
ENFOQUE PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTA (PER)

El marco teórico PER tiene su antecedente en el análisis de las presiones que ocurren en la relación entre los humanos y los ecosistemas. El concepto *presión*, bajo esa consideración, fue introducido por primera vez en la década de los cincuenta. Posteriormente, a mediados de los setenta la

oficina de estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) empezó a desarrollar un marco general de estadísticas ambientales, a esta iniciativa se unió el Gobierno de Canadá y conjuntamente desarrollaron el Sistema Presión-Respuestas de Estadísticas Ambientales (Berger y Hodge, 1998). Este esfuerzo fue continuado por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) culminando en lo que ahora se conoce como marco teórico de presión-estado-respuesta.

El enfoque PER se basa en el establecimiento de la relación causa-efecto entre el hombre y el medio natural. Las causas son primordialmente las presiones ejercidas por los humanos sobre el medio ambiente, las cuales modifican su estado, así como la cantidad y calidad de los recursos naturales disponibles. A estos cambios, la sociedad responde con políticas ambientales, sectoriales y económicas en general (véase figura 2).

Figura 2
MARCO PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTA



Fuente: OCDE, *Core Set of Indicators for Environmental Performance*, Reviews Environmental Monographs, núm. 39, 1993.

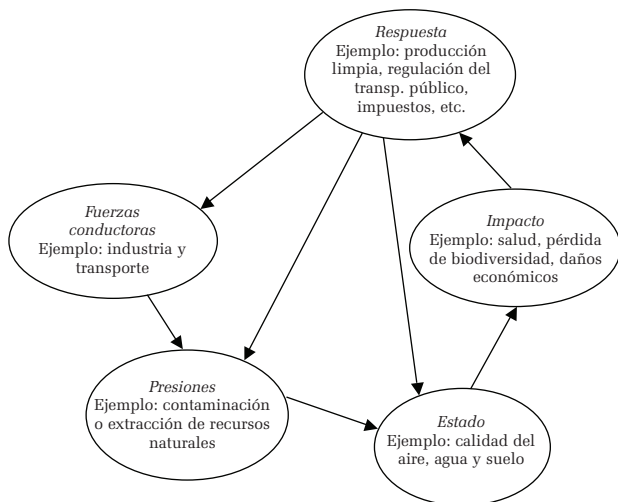
En 1997 México publicó un reporte sobre indicadores del desempeño ambiental utilizando el marco teórico PER. Se incluyeron indicadores de presión, estado y respuesta para diferentes regiones del país en los siguientes temas: calidad del aire, residuos peligrosos, residuos sólidos municipales, vida silvestre y áreas protegidas, ozono estratosférico y cambio climático (Semarnap, 1997). Este enfoque comprende tres tipos de indicadores: presión, estado y respuesta. Los indicadores de *presión* describen las presiones de las actividades humanas ejercidas sobre el ambiente y los recursos naturales. Los indicadores de *estado* se refieren a la calidad del ambiente y la cantidad y calidad de los recursos naturales. Los indicadores de *respuesta* buscan captar la forma en que la sociedad responde a las preocupaciones y cambios en el ambiente.

La aplicación de este enfoque, sólo por mencionar un ejemplo, podría ser el caso de la contaminación atmosférica de la Ciudad de México. La circulación de vehículos en el área metropolitana es una de las principales fuentes de contaminantes atmosféricos, esto constituye una presión que se manifiesta en el estado de la calidad del aire. La sociedad, vía el gobierno responde estableciendo restricciones y obligaciones tales como el programa hoy no circula y obligaciones de verificación vehicular. De este modo, un indicador de *presión* sería el número de vehículos por cada mil habitantes en la ciudad: Un indicador de *estado* sería el nivel alcanzado por el índice metropolitano de contaminación ambiental (IMECA) a diferentes horas y lugares de la Ciudad. Un indicador de *respuesta* sería el número de vehículos verificados anualmente, o algún tipo de impuesto a la gasolina, etcétera.

ENFOQUE DE FUERZAS CONDUCTORAS-PRESIÓN-ESTADO-IMPACTO-RESPUESTA (FPEIR)

Este enfoque representa una evolución que toma como punto de partida el marco PER. Fue desarrollado por la ONU conjuntamente con la Agencia Ambiental de los Países Europeos. De acuerdo con este enfoque, las actividades sociales y económicas son las fuerzas conductoras que ejercen presión en el ambiente y, como consecuencia, ocurren cambios en el estado del ambiente. Esto provoca impactos en la salud humana, ecosistemas y recursos materiales, lo cual requiere respuestas sociales que retroalimenten los otros elementos (CSIR, 2001).

Figura 3
INDICADORES E INFORMACIÓN QUE CONECTA
LOS ELEMENTOS DEL ENFOQUE FPEIR



Fuente: E. Sweets y R. Waterings, *Environmental Indicators: Typology and Overview*, European Environment Agency, 1999.

El marco FPEIR es visto como un enfoque de análisis de sistemas para la relación entre el sistema ambiental y el sistema humano. Adicionalmente, comparado con el enfoque PER, incluye indicadores de dos elementos más: fuerzas conductoras e impactos (véase figura 3).

Los indicadores de *fuerzas conductoras* describen los desarrollos sociales, demográficos y económicos en las sociedades y los cambios correspondientes en el estilo de vida sobre los niveles totales de producción y consumo. Los indicadores de *impacto* describen los efectos que resultan de las presiones y ocasionan cambios en el ambiente. Tales impactos ocurren en la economía, en la sociedad y en el ambiente (Sweets y Waterings, 1999).

ENFOQUE SISTÉMICO

Este marco teórico para la selección de indicadores de la sustentabilidad fue propuesto y desarrollado principalmente por Bossel (1999). En él se busca definir indicadores que proporcionen información esencial sobre la viabilidad de un sistema y su tasa de cambio, así como su contribución al desarrollo sustentable de subsistemas relacionados y más amplios o sistema global. De acuerdo con la teoría de sistemas, se propone la utilización de tres tipos de indicadores: *estados*, *tasas* y *convertidores*. Los primeros corresponden al estado del sistema. Los segundos se refiere a las tasas de cambio o flujos del sistema. El tercero indica las formas en que los flujos y variables externas influyen los estados.

A partir de un conjunto de propiedades universales de los ambientes de sistemas complejos, en este enfoque se identifican un total de seis orientadores básicos determinados por el ambiente del sistema y tres determinados por el sistema

mismo. El término orientador representa intereses, valores y criterios u objetivos del sistema, los cuales usualmente no pueden ser medidos directamente y en su mayoría se refieren a términos generales como la salud, existencia, libertad, seguridad, etcétera. Los orientadores básicos de todo sistema complejo son orientadores determinados por el ambiente:

Existencia. El sistema tiene que ser compatible con y poder existir en el *estado ambiental normal*. La información, energía e insumos materiales necesarios para sostener el sistema deben estar disponibles.

Efectividad. El sistema debe estar en balance (en el largo plazo) ser efectivo (no necesariamente eficiente) en sus esfuerzos para asegurar los *recursos escasos* (información, materia, energía) y ejercer influencia sobre su ambiente.

Libertad de acción. El sistema debe tener la capacidad para enfrentar, en diferentes maneras, los cambios impuestos por la *variedad ambiental*.

Seguridad. El sistema debe protegerse a sí mismo de los efectos perjudiciales de la *variabilidad ambiental*, las condiciones fluctuantes e impredecibles fuera del estado ambiental normal.

Adaptabilidad. El sistema debe aprender, adaptarse y organizarse a sí mismo para generar respuestas más apropiadas a los retos impuesto por el *cambio ambiental*.

Coexistencia. El sistema debe poder modificar su conducta para tomar en cuenta la conducta e intereses (orientadores) de otros (actores) sistemas en su ambiente.

Orientadores determinados por el sistema

Reproducción. Los sistemas autorreproducibles deben poder reproducirse (como individuos o como poblaciones).

Necesidades psicológicas. Los seres que experimentan sentimientos mediante sus sentidos (sentient beings) tienen necesidades psicológicas que deben ser satisfechas.

Responsabilidad. Los actores conscientes son responsables de sus acciones y deben cumplir una normatividad de referencia. La viabilidad o sustentabilidad de cualquier sistema requiere que se satisfagan mínimamente los orientadores aquí señalados. Por tanto, los indicadores que se definen tienen que reflejar el grado de satisfacción de las necesidades presentes en los orientadores.

ENFOQUE DE CRITERIOS E INDICADORES (CEI)

El marco teórico de criterios e indicadores fue introducido por primera vez en 1992 por la Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT). Éste es básicamente una herramienta que permite evaluar las tendencias de las condiciones forestales y el manejo forestal. Cubre también otros aspectos mucho más amplios que la mera evaluación del rendimiento sostenido de madera, incluye la evaluación de los bosques como ecosistemas y sus funciones ambientales, sociales y económicas. Además, su uso es útil en la descripción, monitoreo y evaluación del progreso hacia el manejo forestal sostenible (Prabhu *et al.*, 1998). Los criterios e indicadores constituyen un conjunto jerárquico de herramientas de evaluación en cuatro niveles: *principios, criterios, indicadores y verificadores*.

Principio se define como verdad o ley fundamental que es base para el razonamiento u acción. Los principios proporcionan la justificación de los criterios, indicadores y verificadores. Los *criterios* son estándares me-

dian­te los cuales se juzgan cosas, pueden ser vistos como principios de segundo orden que agregan significado y operatividad a los principios, sin ser una medida directa de desempeño. Los criterios son puntos intermedios para los cuales la información proporcionada por los indicadores puede ser integrada y cristalizar una evaluación interpretable. Un *indicador*, en este contexto, es cualquier variable o componente del ecosistema forestal o los sistemas relevantes de manejo usados para inferir atributos de la sustentabilidad del recurso y su utilización. Finalmente, los *verificadores* son datos o información que mejora la especificidad o la facilidad de evaluación del indicador. Estos proporcionan detalles específicos que indicarían o reflejarían una condición deseada de un indicador (Stork *et al.*, 1997). Después de realizar diferentes reuniones, los países miembros del Proceso de Montreal actualmente tienen acordados 67 indicadores derivados a partir de siete criterios, sobre los cuales los países tienen el compromiso voluntario de publicar informes oficiales. Los criterios, son el número de indicadores, y se presentan en el cuadro.

Aun cuando no se puede decir que la visión de los criterios e indicadores obedezca completamente al enfoque sistémico, en su estructura, de algún modo se identifica que comprende los sistemas principales que el enfoque sistémico considera como antropósfera (las partes del sistema total en que tiene influencia el hombre): el sistema natural, sistema de apoyo y sistema humano. Dentro del sistema natural podemos considerar los indicadores que corresponden a los primeros cinco criterios. El criterio número 6 considera los indicadores correspondientes al sistema humano mientras que el criterio 7 comprende los indicadores del sistema de apoyo.

CRITERIOS Y NÚMERO DE INDICADORES
DEL PROCESO DE MONTREAL

<i>Criterio</i>	<i>Número de indicadores</i>
1. Conservación de la diversidad biológica	9
2. Mantenimiento de la capacidad productiva de los ecosistemas forestales	5
3. Mantenimiento de la sanidad y vitalidad de los ecosistemas forestales	3
4. Conservación y mantenimiento de los recursos suelo y agua	8
5. Mantenimiento de la contribución de los bosques al ciclo global del carbono	3
6. Mantenimiento y mejoramiento de los múltiples beneficios socioeconómicos del largo plazo para cubrir necesidades de la sociedad	19
7. Marco legal institucional y económico para la conservación y manejo sustentable del bosque	20
Total	67

CRÍTICAS A LOS MARCOS CONCEPTUALES

Las discusiones que han surgido en torno a los enfoques teóricos utilizados en la selección de indicadores se centran principalmente en aspectos relacionados con el carácter causal de los procesos presentes en la sustentabilidad; la visión directiva *vs.* visión de base; e indicadores cuantitativos *vs.* indicadores cualitativos.

Quizá la crítica teórica más importante a los enfoques PER y FPEIR, es la relacionada con la forma de considerar las relaciones causales, las cuales son establecidas en cadenas aisladas, ignorando la naturaleza sistémica y dinámica, así como los lazos de retroalimentación con sistemas mayores. Un ejemplo de estas cadenas aisladas es el caso de las emisiones de bióxido de carbono CO₂ en la atmósfera (presión) →

concentración de CO₂ en la atmósfera (estado) → temperatura global (impacto) → impuesto del carbón (respuesta). Los mecanismos efecto-impacto son complejos y no pueden ser aislados en una sola cadena causa-efecto. Tal aislamiento es un supuesto muy simplista para un problema tan complejo como la sustentabilidad (Dhakal e Imura, 2003).

Los enfoques PER, FPEIR, y CEI, en la generalidad han sido utilizados con una visión fundamentalmente directiva; es decir, la definición y selección de los indicadores se ha realizado básicamente con la participación de directivos de gobiernos y expertos. La principal crítica a esto es que bajo esa visión no se capturan las características de problemas locales y se imponen los valores sobre la sustentabilidad de los participantes sobre la visión de aquellos que podrían participar incorporando la visión de base de los miembros de las comunidades. Adicionalmente, en opinión de analistas como McMullan (1997), la participación de miembros de las comunidades tienden a favorecer el uso de indicadores más simples y cualitativos, mientras que la participación de los directivos usualmente resulta en la propuesta de indicadores complejos y cuantitativos.

Sobre el enfoque CEI, cabe destacar que los indicadores del criterio 7 (Marco legal, institucional y económico para la conservación y manejo sustentable del bosque) exhiben una vaga definición sobre su significado y corresponden todos a la categoría de indicadores cualitativos. Esto puede crear confusión y falta de credibilidad en la evaluación del desempeño de los indicadores, pues al no haber un marco definido para dicha evaluación queda determinada en grado significativo por la subjetividad de quien reporta.

El enfoque sistémico ofrece un amplio campo para desarrollar la aplicación de indicadores de la sustentabilidad y cuenta con los elementos teóricos para resolver los pro-

blemas planteados por las estructuras anteriores, sin embargo, existen muy pocos reportes documentados sobre la aplicación de esta metodología y están pendientes por resolver los retos que significa la modelación dinámica.

INFORME DE MÉXICO SOBRE INDICADORES DEL PROCESO DE MONTREAL

México se encuentra inscrito en la iniciativa conocida como *Proceso de Montreal*, el cual agrupa aquellos países con bosques templados y boreales situados fuera de Europa. En él participan: Argentina, Australia, Canadá, Chile, China, Estados Unidos de América, Japón, México, Nueva Zelanda, República de Corea, Rusia y Uruguay. En conjunto, estos países representan el 90 por ciento de los bosques templados y boreales del mundo, mismos que equivalen al 60 por ciento del total de bosques. El grupo inicial de esta iniciativa, aunque con un número menor de los países que ahora lo conforman, fue constituido en Ginebra en 1994, con el objetivo de consensuar entre sus miembros los criterios e indicadores posibles de aplicar, a nivel nacional, para la conservación y aprovechamiento sustentable de los bosques templados y boreales.

El capítulo 11 de la Agenda 21 establecida en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente señala que los gobiernos, en cooperación con grupos de interés y organizaciones internacionales, deberían establecer un marco conceptual formulando criterios, normas y definiciones aceptables para observaciones sistemáticas y evaluación de recursos forestales. En atención a esto, las distintas iniciativas participantes adoptaron el marco teórico conocido como *Criterios e Indicadores*. México, como

miembro del proceso de Montreal, en el 2003 publicó un reporte con la información de estos indicadores, mismo que analizamos a continuación:

Observaciones generales al reporte

1. El documento que el gobierno de México presenta como informe sobre los indicadores del Proceso de Montreal consta de 215 páginas y fue elaborado con la participación de diferentes dependencias gubernamentales e instituciones de enseñanza. Sin embargo, en el transcurso de su lectura, es notoria la falta de uniformidad e integración como documento. Se trata más bien de una sumatoria de documentos donde frecuentemente se repite información, éste es el caso de los datos sobre la superficie forestal, superficie arbolada, entre otros.

2. De los 67 indicadores sobre los cuales habría que reportar, solamente 19 se presentan con información suficiente (S), 29 indicadores contienen información insuficiente (I), y 17 no reportan información (NR).

3. En algunos apartados del documento además de reportar los indicadores, se desarrolla análisis innecesario y algunas veces impreciso.

4. Cuando no se reporta información sobre el indicador, se incluye información superflua y en algunos casos se trata de sustituir desarrollando análisis no siempre pertinente.

Sugerencias para la estructura y contenido del documento

1. Organizar el documento con una estructura que integre, ordene y homogenice la información. Ésta podría conte-

ner mínimamente los siguientes componentes para cada indicador:

- Definición breve y unidad de medida.
- Metodología utilizada en la obtención de información para conformar el indicador.
- Dependencias o instituciones participantes en la elaboración del indicador.
- Posibilidades y límites de monitoreo, en términos de disponibilidad y generación de información, incluyendo el tiempo.
- Referencias.
- Para el caso de aquellos indicadores que son reportados parcialmente, señalar y explicar claramente de inicio los huecos de información, así como los periodos de tiempo estimados en que éstos pueden ser cubiertos.
- Incluir una sección donde se aborde la situación de los indicadores que no fueron reportados, analizar las causas y periodo de tiempo posible que tome conformarlos.

CONCLUSIONES

Aun cuando el enfoque teórico *Criterios e Indicadores* carece de la visión completa que puede proporcionar el enfoque sistémico, éste genera una base de información importante sobre los tres sistemas fundamentales para considerar en el manejo de los recursos forestales del país: sistema natural, sistema humano y sistema de apoyo.

El reporte que México presenta sobre el estado de los indicadores del Proceso de Montreal es incompleto, pero contiene ya información útil para ser considerada en la toma de decisiones.

Los indicadores no son el fin último de los esfuerzos que significan su compilación. El verdadero reto, después de completar su conformación, está en que se consideren por parte de quienes les toca tomar las decisiones sobre el recurso forestal.

BIBLIOGRAFÍA

- BERGER, A. R. y A. Hodge, *Natural Change in the Environment: a Challenge to Pressure-State-Response Concept*, Social Indicators Research, 44, 1998.
- BOSSEL, H., *Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications. International Institute for Sustainable Development*, Canadá, 1999.
- CSIR, *National Core Set of Environmental Indicators for State of Environment Reporting in South Africa*, vol. 1, 2001.
- DHAKAL S. y H. Imura, *Policy-based Indicator Systems: Emerging Debates and Lessons*, Local Environment 8 (1), 2003.
- HODGE, A, *Toward a Conceptual Framework for Assessing Progress Toward Sustainability*, Social Indicators Research, 1997, p. 40.
- MALKINA-PYKH, I. G., *From Data and Theory to Environmental Models and Indices Formation*, Ecological Modelling, 2000, p. 130.
- MCMULLAN, C., *Indicators of Urban Ecosystem Health*, Working paper núm. 22, Ottawa, Canadá, International Development Research Center, 1997.
- OCDE, *OCDE Core Set of Indicators for Environmental Performance*, Reviews Environmental Monographs, núm. 39, 1993.
- OTT, W. R., *Environmental Indices: Theory and Practice*, Ann Arbor Science Publishers, 1978.
- PRABHU, R., C. Colfer y G. Shepard, *Criterios e indicadores para la Ordenación Forestal Sostenible*, Nuevos Hallazgos de la Investigación Realizada por CIFOR al Nivel de Unidad de Manejo, Red Forestal para el Desarrollo Rural, Documento 23a, 1998.

- SEGNESTAM, L., *Indicators of Environment and Sustainable Development, Theories and Practical Experiences*, The World Bank Department, paper núm. 89, Environmental Economics Series, 2002.
- SEMARNAP, *Avances en el Desarrollo de Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental*, México, 1997.
- STORK, N. E. *et al.*, *Criteria and Indicators for Assessing the Sustainability of Forest Management: Conservation of Biodiversity*, CIFOR, Working paper núm. 17, 1997.
- SWEETS, E. y R. Waterings, *Environmental Indicators: Typology and Overview*, European Environment Agency, 1999.

Modelos de la agricultura orgánica en el mundo: Un reto frente a la sustentabilidad

Yolanda Trápaga Delfín

INTRODUCCIÓN

La producción animal y vegetal que se realiza en el planeta está lejos de ser resultado de prácticas y sistemas de producción uniformes. Por el contrario, la enorme diversidad de recursos naturales, nichos ecológicos y culturas productivas están en el origen de la multiplicidad de canastas de productos de la agricultura ligadas a economías locales, regionales, nacionales y globales. Sin embargo, con la generalización de tecnologías industriales del modelo de la *Revolución Verde* (RV) a partir de la década de 1940, dicha diversidad de productos ha tendido a homogeneizarse y concomitantemente a empobrecerse, al ser desplazados a un ritmo acelerado los patrones y las técnicas productivas adaptadas biológica y culturalmente a las poblaciones de todas las latitudes. En el mismo sentido globalizador, años después surge un esquema paralelo al de la RV para la producción de bienes agropecuarios en un contexto de cuidado ambiental, pero con los mismos principios del esquema industrial, bajo la apelación general de *agricultura orgánica* (AO). A continuación analizaremos las características, la lógica de funcionamiento y

distintos modelos de la AO que apuntan en direcciones diferentes y que nos obligan a reflexionar sobre la viabilidad de la sustentabilidad en el ámbito de la producción de plantas y animales al inicio del tercer milenio.

ANTECEDENTES

Hacia principios del año 2001 se cultivaban bajo la técnica de producción orgánica alrededor de 15.8 millones de hectáreas en el mundo; de las cuales, Australia aporta prácticamente 50 por ciento del total, con una superficie de 7.6 millones de hectáreas. Le sigue en orden de importancia Argentina, con un área de aproximadamente 3 millones de ha, y en tercer y cuarto lugar Italia y Estados Unidos de América con 985,687 y 900,000 ha, respectivamente. En 1997 las ventas de orgánicos constituyeron entre 1 y 2 por ciento del total de las ventas de alimentos en EUA y otros mercados mayores como Japón, Dinamarca, Francia, Alemania, Italia, Holanda, Suiza y el Reino Unido; al mismo tiempo que se trata del renglón de la agricultura que más ha crecido en los últimos 10 años en el mundo. Las ventas de sus productos suman alrededor de 13 mil millones de dólares al año, menos de 2 por ciento del mercado alimentario, pero su crecimiento es de más de 20 por ciento anual.

Siendo de reciente aparición la denominación *orgánica* de la agricultura, su definición tampoco ha alcanzado rango de universal. Un punto de partida reconocido como general es que se trata de un tipo de producción animal o vegetal que no utiliza químicos, es un nicho del comercio mundial, el cual exige que determinadas producciones sean certificadas para poder ser reconocidas como inocuas y merecer el sobreprecio correspondiente a tal sistema. Sin embargo, dicha certificación no da cuenta del entorno biológico,

económico y social en que se lleva a cabo, ni de sus límites y posibilidades en un contexto de acumulación de ganancias que exige tasas crecientes de rentabilidad basadas en un esquema de competitividad que necesita incrementos permanentes de productividad, con unidades de producción cada vez más grandes en extensión y capital, y dominado por grandes consorcios productores de bienes para el mercado mundial. El solo término de AO da cuenta de un enfoque que tiene características interesantes y que será abordado en las siguientes líneas como una cuestión relevante para comprender su papel en la dinámica actual de los mercados, así como su relación con el tema de la sustentabilidad.

Así, lo primero que constatamos en ausencia de un acuerdo universal sobre su definición es que resulta difícil hacer una cuantificación precisa, ya que la estadística de algunos países sólo registra la superficie certificada y excluye las otras alternativas de producción que se alejan en mayor o menor medida de la tecnología de la RV y que pueden ser idénticas o mejores que las certificadas, pero que no entran en los circuitos de las etiquetas pagadas. En la actualidad la terminología usada para describir los sistemas orgánicos de producción, las prácticas, los mercados y sus productos, varía ampliamente. Baste recordar que el término *orgánico* fue usado por primera vez en 1940, en Londres, por lord Norhbourne inspirado en las enseñanzas de Rudolph Steiner y la agricultura biodinámica, misma que hoy en día se considera demasiado radical para generalizarla como base de la certificación.

Desde el punto de vista de la política económica, la AO no ha sido considerada seriamente como alternativa para la satisfacción de la seguridad alimentaria en el mundo, en virtud de sus bajos rendimientos relativos, siempre frente a las técnicas de la RV. Sin embargo, aparte de los riesgos financieros

inherentes a las producciones que se basan en la utilización de recursos naturales, la AO no tiene rendimientos decrecientes por definición, sino que pueden ser constantes y hasta crecientes, si se realizan las prácticas adecuadas, y puede ser, y de hecho así lo es, practicada por cualquier agricultor pequeño del mundo sin importar su dotación de recursos ni de capital, pues involucra sistemas de producción que obedecen en principio a la vocación natural de los recursos naturales y no al tamaño del capital, lo que hace que inclusive tierras consideradas no aptas para la agricultura puedan ser reivindicadas en un sentido productivo, dando cuando menos viabilidad alimentaría a los hogares de los productores marginales, que son alrededor de 900 millones en el mundo; es decir, aquellos que perciben menos de 1 dólar al día.

Nuestro análisis de la producción orgánica parte del examen de las condiciones de los principales actores que ordenan estos intercambios y que, al igual que para el comercio mundial de productos convencionales, son los mismos. Los mercados de la agricultura orgánica registran sólo el comercio de productos certificados y no pueden entenderse sin su contraparte obligada: la *agricultura convencional* de la RV. Ambas son parte de un mismo modelo, donde la *Agricultura Orgánica Certificada* (AOC) es válvula de escape de la segunda, mientras la convencional es la reguladora de los flujos de la AOC.

MODELOS DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA CERTIFICADA

Examinando el esquema más generalizado sobre el que opera la AOC constatamos que existen patrones semejantes a los de la agricultura convencional en el sentido de no hacer una planeación y un aprovechamiento adecuado de los recursos con que cuenta la agricultura, pues tiene como

eje principal criterios de rentabilidad que limitan la posibilidad de alcanzar niveles crecientes de sustentabilidad. Recordemos que los mercados de orgánicos son mercados deficitarios cuya dinámica comercial para los productos de clima templado es el de los intercambios Norte-Norte y para los bienes de climas tropicales que el Norte no produce la dirección comercial es Sur-Norte. Definiendo con ello la lógica de la fijación de condiciones de producción, comercialización y precios. En virtud de lo anterior se examinan los casos generales que obedecen a las distintas lógicas del modelo global, algunas veces complementarios y en otros excluyentes, y que nos permiten completar el escenario de la producción sin químicos, que es más amplia que la AOC. Estos esquemas son:

I. La AOC disciplinada por completo al mercado y complemento de la agricultura de la revolución verde:

1. El caso de los países que no tienen compromisos ambientales ni sociales en términos de la sustentabilidad y que en aras de la rentabilidad garantizan la ausencia de químicos y de ciertas prácticas productivas: EUA y los exportadores de orgánicos del tercer mundo.

2. La agricultura sin químicos ligada al concepto de multifuncionalidad: Europa, Japón y Corea del Sur.

II. La agricultura de los pobres. Los subdesarrollados que no pueden pagar paquetes tecnológicos y que han mantenido esquemas ancestrales o de mínimo ingreso de insumos a la explotación. Su característica es la restricción que les impone el sistema al excluirlos del mercado, ya sea por considerarlos *ineficientes* o por aislamiento económico expreso:

1. La agricultura de autoconsumo del tercer mundo.

2. La agricultura orgánica en Cuba.

El gobierno estadounidense se jacta de poseer la economía agrícola más eficiente del mundo. Punto de referencia que nos permite preguntarnos, ¿cuál sería el interés para ese país de transitar hacia una agricultura de menor productividad relativa como la AO?

En diciembre de 2002 se publica la ley para regular la industria de alimentos orgánicos en EUA,¹ contando ya con un mercado floreciente de décadas. En 1980 las ventas de orgánicos en EUA fueron de 78 millones de dólares y de 3.5 mil millones en 1996, con un crecimiento anual de 20 por ciento a partir de 1990 (USDA, 2003).

La producción de fibras y alimentos orgánicos es actualmente uno de los sectores de mayor crecimiento dentro de la agricultura en EUA, no sólo en cuanto a ventas anuales sino a superficie cultivada, que en 1997 era más de medio millón de ha de cultivos y pastos en 49 estados.² Un fenómeno relevante es que en los 90 el crecimiento de la superficie se dio a un ritmo mayor que el del número de agricultores involucrados, ya que muchos de los que comenzaron primero ampliaron su superficie, y además se incorporaron cada vez más productores grandes. No son los agricultores pequeños los que llevan la delantera, sino que la actividad tiende a concentrarse y a ampliar la participación de los de mayor tamaño. Los grandes consorcios

¹El programa Agricultura Sustentable de Bajos Insumos (Low input sustainable agriculture, LISA) fue autorizado por el congreso como parte de la Food Security Act de 1985 en respuesta al amplio reconocimiento del fuerte vacío de información científica para los agricultores que buscaban reducir el uso de químicos en la producción. El programa LISA comenzó en 1988 con 3.9 millones de dólares. En la Food, Agriculture, Conservation and Trade Act de 1990 se agregaron 2 nuevos programas para administrar el programa Agriculture in Concert with the Environment.

²Exactamente 545,400 ha.

transnacionales como Monsanto, por ejemplo, buscan participar bajo sus propias reglas, tales como la incorporación de la amplia gama de biotecnologías a la agricultura, para lo cual presionan a sus gobiernos en donde quiera que se encuentren, pero especialmente en EUA, para que esto forme parte de la definición de la AOC y ellos puedan entrar a organizar el mercado más cómodamente. De hecho, el Departamento de Agricultura de EUA (USDA por sus siglas en inglés) considera que lo único que puede darle un mayor impulso a la producción orgánica en ese país es que las grandes corporaciones tomen en sus manos la organización de la vertiente certificada.

General Mills, y otros gigantes del ramo de los alimentos en el mundo han entrado a los mercados orgánicos en años recientes. Esto es posible porque no hay un énfasis en la política hacia el desarrollo rural ligado a la sustentabilidad como un modelo integrado, sino como un *instrumento de control de excedentes*. Si la alternativa para la expansión de la AOC es que la tomen en sus manos los gigantes para alcanzar así un lugar preponderante en los mercados mundiales, los pequeños productores serán desplazados.³ Se trata entonces de una alternativa para beneficiar a los consumidores con una baja de precios, al mismo tiempo que se estimula la demanda; también las grandes empresas se benefician, pero no los pequeños productores y quien sabe si los recursos naturales. Para el gobierno estadounidense la respuesta son las grandes firmas para tener un brazo en un mercado de tan alto dinamismo y de ninguna

³ Hay un esfuerzo creciente de las compañías alimentarias convencionales por entrar en los circuitos orgánicos estimuladas por el gobierno de EUA, ya sea con sus propios productos o comprando compañías orgánicas que ya son exitosas. En los últimos cuatro años General Mills Inc. adquirió Cascadian Farms, el gigante francés Grupo Danone compró una parte de Stonyfield Farm y H. J. Heinz Co. invirtió en Hain Celestial Group Inc. (Webb Pressler, 2003).

manera se trata de transitar hacia otro modelo que se aproxime a la sustentabilidad y que sustituya al vigente de la RV y la biotecnología.

La Ley Agrícola de 2002 contiene varios capítulos de asistencia técnica y de investigación para ayudar a los agricultores que generan y venden productos animales y vegetales orgánicos certificados, con programas que incluyen la promoción de las exportaciones, la experimentación de sistemas de producción, un subsidio para disminuir los costos de certificación. Todo con el objetivo de garantizar el crecimiento de la AOC, para lo cual en 2003 se autorizó un presupuesto de 15 millones de dólares para la investigación de sistemas avanzados de producción orgánica y 5 millones para un programa de costos compartidos de certificación⁴ (USDA, 2003).

En el mismo sentido, existen subsidios específicos para los productores de alta especialización, misma que es opuesta a la diversificación que debiera ser parte del esquema sustentable y de manera tal que los productores de cultivos especializados serán elegibles para los programas de subsidios, a diferencia de lo que sucede con la mayoría de los programas federales de conservación donde la diversificación es un requisito. Las estadísticas nos permiten establecer que la tendencia al monocultivo está presente entre los grandes productores de orgánicos en EUA, como lo indica el hecho de que son mayoritariamente las unidades más pequeñas, de hasta 2.5 ha, las que se clasifican como *mixed vegetables* pues ellas sí cultivan un número grande de vegetales, gran parte de los cuales es producido para los mercados locales y la venta directa para restaurantes y tiendas de especialidades, mientras

⁴El máximo costo compartido es de 75 por ciento anual con pagos hasta de 500 dólares por productor o comercializador.

que los productores grandes se sirven de comercializadoras y su radio de acción alcanza el mercado mundial.

Otro tipo de productores que practican la diversificación son los que se ubican en regiones de terreno sinuoso, como los del estado de Vermont que tiende a tener más pequeños agricultores y más diversificados debido a su topografía accidentada.

Otra cuestión relevante es que el crecimiento de la AOC en EUA pasa por alto elementos ambientales centrales en aras de conservar niveles altos de rentabilidad en el corto plazo. Lo que podemos ejemplificar con el caso de los productores de hortalizas que están reconvirtiéndose de manera acelerada a la AOC en California, sin considerar que los acuíferos están ya sobreexplotados en razón justamente del tipo de agricultura que se ha practicado en el estado, siendo las hortalizas de los cultivos más demandantes de agua.

Por su parte, el ganado orgánico constituye menos de 1 por ciento del total del hato en ese país: vacas, cerdos y corderos, además de otros rubros como cabras, peces y abejas; siendo la producción de leche y huevo la más dinámica entre los productos de la ganadería.

El gobierno estadounidense excluye de la estadística orgánica a la producción no certificada. En 1995 los productores registrados, pero no certificados, constituían un poco menos de la mitad del total de orgánicos en California, pero es interesante señalar que no son incluidos en la contabilidad, ni se benefician de las políticas de fomento, ya que el apoyo de la producción limpia no tiene como objetivo la sustentabilidad sino la conquista de mercados. Sin embargo, es claro que el brazo ecológico de la agricultura de la primera potencia agrícola del mundo no podría avanzar sin los mismos mecanismos que los del modelo convencional. Lo que incluye un énfasis de la política agrí-

cola en apoyar a los productores más grandes, propiciando la concentración y centralización de los capitales involucrados en este esquema, al mismo tiempo que se desplaza a un número creciente de productores pequeños, se fomenta la altísima especialización con el impacto que esto tiene sobre los recursos naturales.

LA UNIÓN EUROPEA

En el territorio comunitario, a fines de 2001 la producción orgánica certificada representaba más de 4.5 millones de ha repartidas en unas 150,000 explotaciones; es decir, 3.3 por ciento de la superficie agrícola total y 2.3 por ciento de las explotaciones, con una participación variable de los estados miembros en el mercado de estos productos de entre menos de 0.5 por ciento (España, Portugal, Irlanda y Grecia) y 5 por ciento en Dinamarca. Estas cifras que rebasan por mucho la situación estadounidense, con una superficie 8 veces superior en Europa, pero donde se trata de una definición más amplia de la AO que de la AOC, reivindicando aspectos tales como el bienestar animal o la prohibición explícita de organismos genéticamente modificados (CCE, 2002).

No obstante, también cabe la pregunta de si se trata sólo de la defensa del ambiente o de una barrera no arancelaria contra la producción estadounidense, en un escenario de guerra entre potencias agrícolas disputándose los mercados de alimentos del mundo.

La mayoría de los países de la Unión Europea (UE) apoyan financieramente la conversión de las explotaciones desde fines de los ochenta, con niveles de conversión mucho más altos que en EUA. De acuerdo con el enfoque euro-

peo la agricultura sustentable debe responder a tres desafíos indisociables: económico, social y ecológico, así como orientar su producción de acuerdo con los intereses de los consumidores (CE, 2003).

La reciente reforma de la Política Agrícola Común (PAC) europea en el 2000 enfatiza como su segundo pilar de desarrollo, a la par que la política de mercados, las *medidas agroambientales* que prevén pagos por compromisos de los agricultores que vayan más allá de las buenas prácticas agrarias y que son obligatorias en todos los programas de desarrollo rural. Desde esta perspectiva se propone el concepto de la *multifuncionalidad* de la agricultura⁵ que reconoce que esta actividad no está limitada al sólo objetivo de producir fibras y alimentos, sino que también realiza otras funciones en virtud de las cuales debe reconocerse la necesidad de dar pagos permanentes a los agricultores en ausencia de mercados para los bienes públicos que internalicen todos los costos y beneficios de las producciones primarias, en el marco de la normatividad para el sector acordada en el seno de la Organización Mundial del Comercio (OMC) (European Commission, 1999). Lo que significa subsidios de la caja verde; es decir, subsidios permitidos por ese organismo internacional.

La AO tiene cabida en un planteamiento hecho por los europeos en el marco de los *aspectos no comerciales* considerados en la OMC, donde la propuesta europea, compartida además por Japón, Corea del Norte y otros 50 países, enfatiza tres temas estrechamente ligados: desarrollo rural, seguridad alimentaria y medio ambiente. La agricultura provee servicios que están ligados a la tierra y que tienen

⁵El concepto de *multifuncionalidad* de la agricultura tiene ya carta de ciudadanía en el ámbito de la OCDE, pero la Organización Mundial de Comercio lo considera como un factor de proteccionismo no arancelario.

principalmente un carácter público positivo: la conservación del suelo, del agua, la preservación del medio ambiente natural, el desarrollo de paisajes, el mantenimiento de la herencia cultural, la recreación, la viabilidad de las comunidades rurales y la seguridad alimentaria. La Comisión Europea se atreve a proponer que la relación que se desea establecer entre la agricultura y el medio ambiente puede ser definida por los términos de agricultura sustentable (CCE, 2002). Como consecuencia, la AO, certificada o no, constituiría, no un resultado, sino el asiento mismo de la multifuncionalidad. Lo anterior como respuesta no sólo a los problemas generados durante décadas sobre los recursos naturales y la salud de productores y consumidores por una agricultura industrializada, sino por su impacto reciente en la marginación y hasta el abandono de unidades de producción y regiones enteras. En este enfoque la AO es concebida en dos modalidades de acuerdo con el tipo de explotación: aquéllas de prácticas agrícolas extensivas y las caracterizadas por una agricultura en pequeña escala.

Lo anterior provoca un interés generalizado en establecer métodos de producción benéficos para el ambiente, tales como la producción integrada, la agricultura tradicional que utiliza pocos insumos y la AO misma; atrayendo esta última la mayor parte de la atención de la política comunitaria. Pero aún la AO se reconoce como una alternativa que no equivale directamente a la sustentabilidad y tiene que ser reglamentada en función de que sus prácticas pueden tener impactos negativos. Determinadas prácticas de drenaje o de irrigación pueden tener impactos de erosión del suelo; sobre la destrucción de hábitat; la cantidad de animales en una explotación puede promover determinados niveles de amoníaco que acarrearán la acidificación de los suelos y del agua y que contribuye a la degradación de los bosques por las

lluvias ácidas; también se promueven altos niveles de metano que es un gas de efecto invernadero; escurrimientos de nitratos, etcétera.

La reglamentación europea toma en cuenta que la AOC no sólo aporta beneficios al medio ambiente, sino que tiene menor rentabilidad, sobre todo en los años de reconversión. Lo que obliga al Estado a participar con pagos directos que la apoyen y le den viabilidad frente al esquema convencional, enfatizando fuertemente en la necesidad de adoptar el esquema extensivo de producción vegetal y animal, sobre todo para poder controlar la lixiviación de nitratos de las explotaciones ganaderas.

La estadística europea contabiliza no sólo las explotaciones certificadas sino también aquellas en curso de reconversión, habiéndose duplicado la superficie entre 1993 y 1997, pasando de 889 919 ha a 2,209, 866, hasta llegar a representar alrededor de 1.6 por ciento de la superficie agrícola total y 1 por ciento del número de explotaciones de la Unión Europea (UE). Sin embargo, la comparación con EUA no es pertinente en sentido estricto pues la base de la cuantificación no es la misma, aunque lo interesante radica en el enfoque que vuelve objetivo de la política de apoyos a las unidades que no están certificadas.

Los países industrializados son concientes de que ninguna directriz tiene sentido en términos de su cumplimiento si no median pagos directos que estimulen a los productores o que, sobre todo los compensen económicamente de problemas de baja rentabilidad, alta siniestrabilidad, etcétera.

En consecuencia, la vinculación de los criterios ambientales con el desarrollo rural exigen la instalación de programas relacionados con el sector no alimentario, tales como el financiamiento de una prima anual de hasta 20

años de duración para plantar ciertas especies en el marco de las medidas de reforestación respetando las condiciones ambientales locales.

La PAC financia el mantenimiento de sistemas agrícolas amenazados con desaparecer a partir de medidas para las zonas menos favorecidas, en particular en las zonas marginales donde la actividad agrícola corre el riesgo de desaparecer y donde las medidas agroambientales constituyen una parte esencial de su sobrevivencia. Actualmente 20 por ciento de las tierras agrícolas de la UE están ocupadas por explotaciones clasificadas como agroambientales, lo que ya rebasa el objetivo inicialmente fijado de 15 por ciento para el año 2000 y sí puede ser considerado como un logro superior a lo que sucede en EUA.

Hay que hacer notar que poner en marcha los programas agroambientales es un proceso más lento en las zonas de producción agrícola elevada e intensiva. Por lo que los menos productivos adoptan más fácilmente las medidas ambientales y reciben los apoyos correspondientes a cambio de su sobrevivencia. Los pagos compensatorios tienen, en el caso de las regiones menos favorecidas, la finalidad de que los agricultores mantengan viable y produciendo el campo y no lo abandonen. Las zonas de montaña y las otras zonas desfavorecidas se definen en relación con la desventaja para la actividad agrícola en términos de competitividad y rentabilidad: la altitud, las pendientes, el clima o la pobreza del suelo; todo lo cual incita al abandono de las tierras para cultivo. Estas zonas constituyen una superficie de entre 4 y 10 por ciento del territorio de los estados miembros. Resulta entonces evidente que las regiones con mayores dificultades de terreno, clima, etcétera, necesitan más subsidios, pues hay menos productividad y rentabilidad, y se han visto en la necesidad de in-

roducir los pagos ambientales con más fuerza como una medida compensatoria. Todo esto se da en el marco de acuerdos que datan de mediados de los 80, tomados en el seno de la OCDE en función inicialmente de la necesidad de controlar excedentes, por lo que se crea el esquema de los pagos divorciados de la producción que están vigentes en todos los países industrializados desde entonces y que entraron en vigor con carácter de universal para la OCDE en 1985.

Los programas agroambientales ofrecen una ayuda a los agricultores que se comprometen por contrato a proveer servicios de protección del ambiente y de mantenimiento del paisaje. Estos servicios mejoran la calidad de vida en el espacio rural y pueden contribuir a una diversificación de las actividades económicas, sobre todo gracias al turismo. Estos pagos están ligados a la biomasa y a los biocarburantes, mientras el ambiente sea protegido. La ayuda se calcula en función de los costos y de la pérdida de ingreso sufrida por el agricultor que ejerce la actividad a favor del ambiente.

Las medidas agroambientales actúan sobre las formas de explotación de las tierras agrícolas tomando en cuenta la protección y el mejoramiento del ambiente, del paisaje y de sus características, de los recursos naturales, de los suelos y de la diversidad genética. Lo que incluye la agricultura orgánica y los métodos de cultura de consumo intermedio bajo, las prácticas agrícolas necesarias para la protección de la naturaleza en el marco de NATURA 2000, el congelamiento de tierras con fines ecológicos y el mantenimiento ecológico de tierras agrícolas abandonadas. Todo lo cual resulta mucho más sólido que sólo estimular la AOC y va más allá de la función de válvula de la AOC frente a la agricultura convencional, enmarcado en la concepción de

la existencia de un *patrimonio ambiental europeo incomparable* (CCE, 2002).

JAPÓN

En 2001 las ventas de orgánicos en Japón alcanzaban entre 4,000 y 5,000 millones de dólares (Large, 2002), menos de 1 por ciento del sector alimentario, pero representando cuatro veces el nivel de la década anterior. Japón, sin embargo, atraviesa por un periodo de estancamiento económico con altos índices de desempleo, prácticamente de 10 años, lo que se erige como un obstáculo para la progresión de los productos orgánicos, donde los alimentos convencionales son sumamente caros.

Si tomamos en consideración los bajísimos niveles de ingreso prevalecientes en el tercer mundo y el aumento de la pobreza en los países industrializados, una restricción muy importante al crecimiento de la agricultura limpia, más todavía si es orgánica por la elevación de costos debida a la certificación, es el precio más alto de sus productos en relación con los de la agricultura de la RV. Japón es un ejemplo claro de ello, en el sentido de que sus restricciones para la producción agrícola, estando determinadas por su escasez de recursos naturales, se han traducido en un esquema de costos más altos que la media en los países de la OCDE, pues su nivel de subsidios para compensar a los agricultores por diversas penalidades de clima, topografía y baja dotación de recursos naturales ha llegado en algunos momentos a constituir 90 por ciento del total de los ingresos sectoriales, cuando el promedio de los países de la OCDE es de 40 por ciento. En ese país, un primoroso melón producido con agroquímicos puede conseguirse atado con

un moño por 20 dólares la pieza. ¿Por qué pagar todavía más por un melón irregular y chiquito por el simple hecho de que conserva el ambiente?

No hay razones económicas que contribuyan a que el esquema orgánico gane terreno en el mercado japonés, a menos que la conciencia de las cuestiones de salud⁶ y de cuidado del medio ambiente de los consumidores del mercado de alimentos más sofisticado y exigente del planeta los induzca a aceptar pagar precios más altos por los alimentos que consume, ya que son muy caros incluso para el nivel de ingresos de esa nación. Esta actitud hacia el consumo de alimentos es una oportunidad de oro para los países exportadores para entrar al mercado más sobreprotegido del mundo. Cosa que no han logrado por el canal de la producción convencional del consumo de masas, debido también a una actitud muy nacionalista que les hace preferir el arroz producido domésticamente a pesar de los altos precios frente al arroz importado. Sin embargo, los japoneses no confían más que en importaciones certificadas por sus propias agencias bajo la normatividad de la Ley Agrícola Japonesa que entró en vigor en abril de 2002, mostrando con ello que siendo un mercado solvente de peso completo para las importaciones del resto del mundo tienen la capacidad de influir en la organización de los mercados internacionales, lo mismo convencionales que orgánicos.

Además, el gobierno japonés ha dado un explícito apoyo a sus agricultores para dar viabilidad a los mercados de productos orgánicos haciéndolos relativamente competi-

⁶La preocupación de los consumidores japoneses por acontecimientos como el de las vacas locas, fraudes de comercializadores de ese país que etiquetaban importaciones de carne como si fueran producidas domésticamente o importaciones de maíz Starlink al mercado japonés, tienen mayor fuerza para favorecer la AOC que las consideraciones de precios.

vos frente a las producciones industrializadas en el marco del planteamiento de la multifuncionalidad de la agricultura. La diferencia entre los otros occidentales y Japón es que la preocupación por la salud en los primeros es simple y se compran orgánicos para cuidarla. En Japón debe agregarse el ingrediente de la más alta calidad, una etiqueta de la mercancía más fina existente, para que tenga aceptación dentro de sus fronteras.

MÉXICO

Los países industrializados han utilizado todo su poder económico para establecer sus propias reglas en los mercados de alimentos orgánicos o convencionales, independientemente de sus capacidades productivas. Los países del tercer mundo se caracterizan justamente por estar a merced de las directrices emanadas por los industrializados en todos los terrenos, aun en aquellos donde tienen ventajas indiscutibles de algún tipo, por clima, latitud, variedades, etcétera. Nuestro país no sólo no es la excepción, sino el ejemplo más grave de dependencia de la lógica establecida por el Norte cuando se tienen enormes capacidades y ventajas naturales, y de conocimiento histórico de los agricultores sobre los sistemas de producción limpios para marcar otro sentido a los procesos.

Durante la década de los noventa México registró un enorme dinamismo en la producción y venta de productos de la AOC para exportación basado en la demanda de los países del Norte, pues el consumidor mexicano no tiene información así como ingresos que le permitan crear una demanda efectiva creciente para la AO en su propio mercado interno, además que el apoyo gubernamental está basa-

do en el esquema de captación de divisas que es por definición excluyente de la satisfacción de las necesidades de los consumidores nacionales. Sólo Italia demostró un ritmo de crecimiento mayor que México, pues pasó de 23,000 ha en 1996 a 102,000, cuatro años después, un aumento de 343.5 por ciento en la superficie de cultivo de 1996 a 2000 (Sagarpa, 2003). Es interesante señalar que también la producción italiana tiene un alto componente de demanda del Norte en virtud de que produce hortalizas, frutas y bienes de clima mediterráneo para los países del norte de Europa fundamentalmente.

Partiendo de información de Sagarpa, México tiene 47,987 productores de AOC, de los que casi 60 por ciento cultivan café en 68 por ciento de la superficie de cultivo, con 79 por ciento de la superficie en el sur (Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán). Se exporta 85 por ciento de la producción, pero de acuerdo con las normas de los países de destino, lo que nos garantiza dependencia creciente de métodos, agencias certificadoras y aprobaciones extranjeras, además de que se debe tomar en cuenta que las normas discrepan entre europeos, estadounidenses y japoneses.

El esquema de México, siendo uno de los exportadores de orgánicos más importantes reproduce la lógica del conjunto de su agricultura: atiende prioritariamente el mercado exterior, generando una alta especialización en pocos productos y de poco valor agregado; su comercio exterior es de una alta concentración en pocos destinos; excluye de los beneficios de la producción orgánica a todos los agricultores que no se incorporan en los circuitos de la certificación ni cuentan con información sobre cuestiones como la sustentabilidad o la agricultura alternativa; estos agricultores en la práctica son millones en potencia por el

simple hecho de no poder comprar los insumos de la tecnología de la RV, incluyendo a gran número de indígenas con prácticas agrícolas generadas y adecuadas en función de los nichos ecológicos de su entorno; por el lado de la demanda se excluye además a los consumidores del acceso a productos no tóxicos; excluyendo también a los propios recursos naturales de las bondades de la producción limpia al no reconocerse por la política sectorial los servicios ambientales que la mayoría de los agricultores pobres proveen y que girarán hacia lo convencional en cuanto sus ingresos sufran alguna mejoría.

CUBA

En la actualidad Cuba cuenta con 32,320 ha de organopónicos, cuando no había nada 10 años atrás. Con 11 millones de habitantes, los cultivos se realizan en parcelas de menos de media hectárea y hasta 3 ha, con una producción aproximada de 250 libras de alimentos por año per cápita y con 300,000 empleos directos. La economía y la producción alimentaria en Cuba se desplomaron tras la caída de la Unión Soviética, al cancelarse los subsidios masivos que recibía de esa potencia desde la revolución de 1959; a esto se agregó el embargo comercial de EUA que prohibió el comercio y los viajes entre ambos países hasta que alimentos y medicinas fueron eximidos hace apenas unos años. Los cubanos habían instalado el modelo soviético de explotación agrícola basado en grandes unidades propiedad del estado, alta utilización del petróleo soviético para fabricación de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, la utilización de maquinaria pesada y bombas para irrigación (Funes *et al.*, 1999).

Aislada de los mercados globales, Cuba inventa un nuevo esquema de producción agropecuaria. El modelo del *periodo especial* abandonó la agricultura intensiva en insumos y volvió productivo el máximo de áreas verdes públicas y terrenos ociosos, patios de escuelas y de casas, camellones, etcétera, dando un fuerte impulso a la agricultura urbana como forma de reverdecimiento y de satisfacción de necesidades de los habitantes de las ciudades, así como de incorporación productiva de muchos habitantes, logrando un vínculo positivo entre la naturaleza, la producción y la población.

Este esquema surge a la inversa del modelo certificado de los países subdesarrollados orientado a la obtención de divisas, y se basa en la necesidad de satisfacer la demanda interna de alimentos. Lo que es un pilar sólido para su consolidación como forma generalizada de oferta alimentaria, con un efecto positivo en los rendimientos y en los ingresos de los agricultores. Al mismo tiempo la producción orgánica se da en unidades que resultaron de haber fraccionado las explotaciones rurales del gobierno y en el desarrollo de las explotaciones urbanas. De tal forma que se generó una distribución de la producción más acorde con la necesidad de acortar las distancias entre unidades de producción y consumidores directos, con los consecuentes ahorros en transporte y energía.

Estamos en presencia de la transformación radical de un sistema a gran escala, basado en el monocultivo, orientado hacia la exportación, que se transforma en un sistema de producción que fomenta la utilización de bajos insumos y técnicas sustentables. Su origen fue la necesidad misma de abastecer a la población de alimentos, pues su satisfacción se había contraído hasta 30 por ciento en términos calóricos en relación con la década anterior.

En este caso el apoyo gubernamental ha sido central, llegando a transformar el contenido de la enseñanza agrícola en las universidades con el fin de seguir el paso de las necesidades de manejo biológico de las plagas y las enfermedades en el nuevo esquema productivo. Por su parte, en el esquema de la AOC, el impulso gubernamental se funda en la necesidad de controlar excedentes u obtener divisas, a través del cual algunos ambientalistas encuentran un canal de expresión y algunos agricultores un canal de mayor obtención de ganancias. Resta saber si al terminar el periodo especial y el bloqueo estadounidense los incentivos para la agricultura sustentable comiencen a perderse.

AGRICULTURA ORGÁNICA

Sin que haya consenso sobre una definición universal de la AO, existe un acuerdo generalizado sobre ciertas características que son las que estimulan a gobiernos y a productores a su adopción: los insumos que utilizan tienen costos más bajos que la producción convencional, conserva los recursos no renovables, accede a mercados de alto valor, incrementa el ingreso agrícola por tratarse de una oferta todavía rezagada, especialmente cuando los precios de las materias primas caen. Pero en sentido opuesto existen también obstáculos que hacen que su generalización no se realice en el corto plazo. En primer lugar porque existe el predominio del esquema certificado sobre las otras formas de la producción alternativa; además, los costos de certificación tanto privados como estatales son caros y representan un desembolso adicional para el agricultor, muchas veces en divisas, para el caso de los países subdesarrollados, al igual que las pruebas de residuos de pesticidas y otros

servicios; el tiempo de reconversión de las explotaciones, tres años en promedio, reduce los rendimientos y no puede obtenerse la certificación, privando al agricultor de los beneficios de ambos sistemas, salvo en el caso de apoyos gubernamentales; existen mayores riesgos en el cambio al nuevo sistema de producción; hay una conciencia limitada de los sistemas de producción orgánica entre productores y consumidores, una falta de promoción,⁷ infraestructura insuficiente y formas de comercialización que resultan caras, al mismo tiempo que el número de procesadores y distribuidores es pequeño. Por último, el bajo nivel de ingresos de las poblaciones de los países subdesarrollados es una barrera insalvable en el contexto de la AOC, cuando no lo es para los canales sin certificación.

Desde nuestro punto de vista, la existencia de la agricultura con sello de orgánica es una expresión del dominio de los países industrializados sobre los mercados de alimentos, en el sentido de que ellos definen una serie de reglas correspondientes a una apelación controlada y con certificación reconocida sólo si son ellos quiénes la supervisan a nivel internacional, es decir, se trata de una especie de patente sobre un tipo de producción que fue desplazada en esos países por el despliegue universal de la RV, sin embargo, se refiere al modo de producir de la humanidad desde que existe la agricultura; predominantemente sin químicos y generando prácticas acordes con el entorno natural en que han evolucionado los distintos pueblos y comunidades en el mundo.

En los países subdesarrollados la implantación de la RV nunca llegó a eliminar completamente las tecnologías au-

⁷En EUA, por ejemplo, los productores convencionales advierten a los de orgánicos que no den información sobre los perjuicios de la tecnología dominante, pues lo califican como competencia desleal.

tóctonas en virtud de la carencia de capital en muchas zonas subdesarrolladas del mundo, y desde el momento en que el violento proceso de mundialización ha venido excluyendo a un número creciente de agricultores y a sus unidades de producción, la falta de solvencia económica permitió una desintoxicación de los recursos naturales involucrados en la producción, pero sin que fueran reconocidos por el sello *orgánico* que sólo se obtiene cuando se pueden asumir los costos que ello implica y se está dentro de las redes que permiten acceder a los organismos certificadores y de comercialización de los países desarrollados.

AGRICULTURA SUSTENTABLE

Desde un punto de vista optimista, el dinamismo de la AOC en el mundo es alentador. Sin embargo, desde nuestra perspectiva no deja de ser un canal que crece y se desarrolla en la medida en que la producción intensiva de la RV y la biotecnología se lo permiten, funcionando como un conducto de regulación de las capacidades productivas excedentarias de los industrializados frente a una demanda efectiva rezagada en virtud de los ingresos tan bajos de gran parte de la población mundial.

Greene (2003) investigadora del Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América nos menciona que los agricultores han desarrollado sistemas de producción orgánica por décadas; esto refuerza la falsa perspectiva que es algo nuevo en el planeta y además originado en los países industrializados. Nada más erróneo que pensar que la agricultura ambientalmente amable es algo nuevo y mucho menos defender que su cuna son los países industrializados. En realidad se han rebautizado las prácticas que la

humanidad ha desarrollado desde que existe la agricultura en el mundo, por el solo hecho de su dependencia total de la naturaleza y porque no se había generalizado ningún sistema basado en la utilización de químicos hasta bien entrado el siglo xx.

El enfoque que define a la AO como un sistema nuevo, en la práctica funciona con fines de patente, en el sentido de no reconocer una ventaja que se tiene en el mundo subdesarrollado por el acervo de conocimientos y prácticas vigentes de la agricultura ambientalmente amable. De ahí la necesidad de una normatividad y una certificación diseñadas y garantizadas por el Norte, como un mecanismo de control de mercados.

Recordemos que la AOC se adopta de manera explícita tras décadas de un enorme impacto en los recursos naturales utilizados para la agricultura y la ganadería, resultado del uso intensivo de técnicas industriales que han generado serios problemas en relación con los suelos, el agua, la atmósfera, la biodiversidad, y el paisaje, así como sobre la salud animal, de los productores y de los consumidores. Definir la AO como aquélla certificada por cumplir con los lineamientos de los países industrializados (INFOAM, gobiernos, certificadoras privadas) nos lleva a dejar de lado el espectro de la agricultura alternativa en todas sus otras variantes: sustentable, biodinámica, agroecológica, libre de pesticidas, alimentos sanos, alimentos funcionales, etcétera.

Lo que está en entredicho al sancionar una sola vertiente productiva como la que goza del reconocimiento ambiental, es esta variedad de esquemas de producción y comercio del capítulo ecológico que pueden aproximarnos más directamente a la verdadera sustentabilidad del planeta, pero que en el contexto actual son marginados de la

posibilidad de ser reconocidos y de la capacidad de expansión ligada a ello. En este contexto, la agricultura certificada es sólo un paliativo frente a la grave situación de deterioro de los recursos naturales y de pobreza, desnutrición y hambre de bastas poblaciones en el mundo, sobre todo en los países del Sur que constituyen la mayoría de los habitantes de la Tierra. El término de *agricultura alternativa* es el que nos permitiría tener una posibilidad de incorporar el enorme universo de las prácticas de los agricultores de todo tipo que buscan la convergencia en el cuidado del planeta. Su reconocimiento permitiría diseñar estrategias y políticas de integración de distintos planteamientos con el fin de que el avance sea general y no sólo en los nichos que tienen posibilidades de certificación de acuerdo con ciertas normas que para el Sur resultan impuestas, excluyentes y costosas.

La AOC no se encuentra vinculada a planes sólidos de construcción de la sustentabilidad porque:

1. Tiene como eje la lógica del mercado que en muchos casos la orienta hacia el monocultivo en aras de obtener altos volúmenes que permitan abatir costos y ganar mercados.
2. La pura definición de orgánico a partir de no usar químicos no es suficiente para que la agricultura o la producción sea sustentable, ¿qué pasa si se usan plásticos?, ¿si se desperdicia el agua?, ¿si se usan semillas que no fueron producidas de manera orgánica? En algunos países no están prohibidos los animales y plantas genéticamente modificados bajo la apelación orgánica, mientras sean producidos sin la inclusión de químicos; las aguas negras municipales no están prohibidas como fertilizante; y los alimentos producidos de manera orgá-

nica y luego preservados por el método de irradiación también pueden estar autorizados cuando se trata de prácticas que están cuestionadas hasta para la agricultura convencional.

3. La producción orgánica justifica los subsidios de conservación manteniendo en reserva a productores y superficies agrícolas, como una forma de control de excedentes que impide el desmantelamiento de la estructura productiva, pero que como reserva serían incorporados a la producción convencional de exigirlos así la política agrícola.

4. La certificación orgánica amparada en la legislación de los gobiernos significa en principio la protección de los consumidores y de los productores que producen honestamente. Luego entonces se reconoce que no pueden etiquetar a la producción convencional porque es tóxica pero de curso forzoso. La certificación es una garantía de que lo orgánico es sano, puro e inocuo, como debería ser cualquier producción de la naturaleza, mientras que el resto de la oferta para los consumidores no lo es y sin embargo no es ilegal.

5. Hoy día, en el Norte tienen que aprender los sistemas ecológicos, mientras que en el Sur los agricultores no certificados practican los que ya conocen y que están adaptados a los nichos ecológicos en que viven, pero paradójicamente tienen que pagar una patente si quieren participar en el mercado.

6. Esta inmersión en el mercado juega exclusivamente sobre altas dosis de información, conciencia e ingresos de los consumidores, que por lo mismo sólo se encuentran de manera predominante en los países industrializados.

7. Lo anterior sucede así porque ningún gobierno, ni de entre los que firmaron los acuerdos de Río sobre sustentabilidad, ha desplegado una política de fondo para fomentar el consumo y la producción sustentables. Eso ha sido depositado en manos de los agentes privados en lo fundamental, por lo que su lógica central tiene que ser la de la ganancia.

8. La AOC está siendo orientada en el mismo sentido que el modelo convencional. En el Norte satisface el mercado interno y las exportaciones. En el Sur está toda orientada a la exportación en primera instancia.

9. La AOC se produce en los mismos términos de ventajas competitivas de los mercados internacionales para los productos convencionales de clima templado.

10. No existen tampoco políticas de etiquetación adecuada para informar clara y exhaustivamente a los consumidores de todas las latitudes sobre las bondades de estos productos.

11. Los precios bajos de los productos convencionales desestimulan la compra de orgánicos. Sólo un esquema de precios sin subsidios de convencionales volvería realmente atractivo el consumo de orgánicos.

12. Si el comportamiento de la AOC es el mismo de la agricultura convencional, el estímulo de un mayor precio tenderá a eliminarse en la medida en que aumente la oferta, sin que los servicios ambientales hayan sido incorporados a la estructura organizativa y de los sistemas de producción.

13. La AOC en libre mercado es jalada por la demanda, reproduciendo el mismo esquema que la producción convencional de mucho desperdicio energético, alimentando ganado con granos y transportando sus productos a todos los puntos del planeta.

14. Las compras gubernamentales, que tienen una fuerte participación en términos del PIB de las economías, de productos generados con tecnologías ambientalmente amables como alimentos, medicamentos y materiales para instituciones, escuelas y hospitales, siguen siendo marginales, o completamente inexistentes, para la gran mayoría de las economías.

15. La AOC es una patente de los países industrializados que impide el reconocimiento de las producciones limpias, en todos los grados hasta llegar a las sostenibles, que se practican en distintas zonas del mundo subdesarrollado desde que existe la agricultura y que en el Norte fueron devastadas hasta su desaparición por la implantación hasta sus últimas consecuencias de la agricultura industrial basada en químicos, maquinaria pesada, grandes cantidades de agua e hidrocarburos.

CONCLUSIONES

La AOC es un instrumento de la sustentabilidad, pero no es agricultura sustentable de manera automática. Sin embargo, es claro que se trata de un paso muy importante hacia el cuidado de los recursos naturales, por el simple hecho de abandonar la aplicación de fertilizantes y plaguicidas químicos y adoptar métodos biológicos. No obstante, el triunfo de la AOC, como la alternativa frente a la agricultura de la RV, en realidad significa un triunfo de la RV frente al universo de las distintas posibilidades de acercarse a la sustentabilidad en el sector primario. La AOC parte del hecho de que tiene que ser comercial y ambientalmente competitiva. En primer lugar porque reconoce a

los países del Norte como los depositarios de la definición de las prácticas agropecuarias ambientales⁸ que pueden ser reconocidas por el sistema económico global; y es a partir de ella que se sanciona, excluyendo o aceptando al resto de las prácticas ecológicas. Se trata de una certificación promovida desde el Norte de valor universal, cuando los países del tercer mundo no tienen ni los mecanismos, ni el financiamiento, ni la homogeneidad que pudiera resultar en un conjunto definible de prácticas de producción; pero sí son depositarios por la latitud en que se ubican y la pobreza que los caracteriza, del mayor número de prácticas limpias y cercanas a la sustentabilidad existentes en el mundo.

La vigencia de la AOC es en la práctica una patente de los países industrializados que limitan las posibilidades de los agricultores marginales del mundo de ser reconocidos por su contribución al medio ambiente, ya que justamente en la diversidad de prácticas agrícolas que han desarrollado durante siglos radica una verdadera ventaja comparativa cuando menos en el sentido ambiental y social, por lo que la política económica debe poner atención para incorporar estos esquemas dentro de sus objetivos de seguridad alimentaria, empleo y cuidado del medio ambiente a través del fomento correspondiente. El sistema moderno de agricultura en los países industrializados supone que, igual que en el sector industrial, se debe generar un volumen creciente y barato de alimentos y materias primas. Lo cual se confirma a nivel del mercado, pero

⁸ Algunas de las definiciones de prácticas de producción ambientalmente amables y cercanas a la sustentabilidad distintas de la orgánica: agricultura biodinámica, jardinería biointensiva, agricultura biológica, agricultura de conservación, manejo holístico de recursos, sistemas integrados de agricultura, agricultura de bajos insumos, agricultura natural, permacultura, agricultura de precisión, agricultura regenerativa, desarrollo sustentable.

donde se esconde un sistema basado ampliamente en subsidios que evade la necesidad de que la sociedad acepte las restricciones que la lógica de la naturaleza impone a cualquier esquema de producción en el campo. Por el contrario, frente a la baja de rendimientos de las prácticas ecológicas la sociedad debe pagar el servicio ambiental que éstas aportan para que sean económicamente viables y generalizables. Para que la AOC fuera verdaderamente una alternativa económica ligada al cuidado del medio ambiente tendría que incorporar en el precio de sus productos los servicios ambientales que provee. La prioridad debe ser conservar la tierra y los recursos, así como producir alimentos para la gente no para el ganado, aunque sea orgánico.

El esquema de la AOC se ha tratado de ajustar a esa lógica mercantil y excluyente, volviéndose cuando menos diferente de las otras posibilidades de generar un modelo alternativo de producción ecológica, social y económicamente superior. La agricultura sustentable es un modelo de organización social y económica basado en una visión equitativa y participativa del desarrollo que reconoce al medio ambiente y los recursos naturales como el fundamento de la actividad económica. Lo que supone el uso de recursos renovables locales, tecnologías apropiadas y asequibles económicamente y minimiza el uso de insumos externos y comprados, incrementando la independencia local y la autosuficiencia, asegurando una fuente estable de ingresos para los agricultores, familias y pequeños productores y comunidades rurales (NGO Sustainable Agriculture Treaty, 1992).

La agricultura sustentable no se refiere a un conjunto de prácticas prescritas. En su lugar, reta a los productores a pensar en las implicaciones de sus prácticas en el largo plazo y en las amplias interacciones y dinámicas de los siste-

mas agrícolas. También invita a los consumidores a involucrarse en agricultura aprendiendo más al respecto y volviéndose participantes activos en sus sistemas de alimentación. Una meta clave es entender la agricultura desde la perspectiva ecológica, en términos de nutrientes y energía dinámicos, e interacciones entre plantas, animales, insectos y otros organismos en agroecosistemas, para luego equilibrarlo con las necesidades de ganancia, de la comunidad y de los consumidores (SARE, 1997).

Pareciera que la AO fuera un esquema suficiente para administrar los recursos de manera sustentable. La sustentabilidad no puede conseguirse sin una minuciosa planeación para producir en equilibrio con la naturaleza y para satisfacer las necesidades de la gente. Lo que implica un cambio completo de paradigma, no sólo de prácticas de producción agropecuaria, sino un cambio de modelo de acumulación, de modos de vida y de consumo.

BIBLIOGRAFÍA

- CCE, *Communication de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Économique et Social et au Comité des Régions, Pistes pour une agriculture durable*, Bruxelles, 2002.
- CE, *Agricultura y Medio Ambiente*, 2003: <http://europa.eu.int/comm/agriculture/envir/index>
- DOCUMENT DE TRAVAIL DES SERVICES DE LA COMISIÓN, *Analyse des possibilités d'un plan d'action européen en matière d'alimentation et d'agriculture biologique*, Bruxelles, 2002.
- EUROPEAN COMMISSION, Directorate-General of Agriculture, *Contribution of the European Community on the Multifunctional Character of Agriculture*, Info-Paper, 1999.

- FUNES, Fernando *et al.*, *Sustainable agriculture and resistance*, Food First Books, 1999.
- GREENE, Catherine, *U.S. Organic Farming Emerges in the 1990s, Adoption of Certified Systems*, Washington, D. C., 2003
- LARGE, Tim, "Japan scandals, rich pickings for organic exporters", *World environment news*, 2002, <http://Planet Ark.org/avantgo/dailynewsstory>
- NGO SUSTAINABLE AGRICULTURAL TREATY, *Global forum at Rio de Janeiro, Rio plus five and going backward*, 1992, <http://iisd.iisd.ca/pcdf/meadows/rioplus.5htm>
- SAGARPA, "Productos Orgánicos", *Análisis Agropecuario*, 2003, <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/organico.html>.
- SUSTAINABLE AGRICULTURE RESEARCH AND EDUCATION (SARE), *Exploring Sustainability in Agriculture: Ways to enhance profits, protect the environment and improve quality of life*, 1997, <http://www.sare.org/htdocs/pubs/explore/>
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA), *Report and Recommendations on Organic Farming*, Washington, D. C., 2003.
- WEBB PRESSLER, Margaret, "Growing Naturally. Organic foods Get Into the Mainstream", *The Washington Post*, 2003, <http://www.washingtonpost.com>

Enfoque estructural de problemas económico-ambientales a nivel regional: un caso de estudio para la región centro de México

Rafael Borrayo López
Juan Manuel Castañeda A.

INTRODUCCIÓN

De los 30 años de existencia de política ambiental en México podemos identificar dos grandes etapas: que se inicia con la creación de las instituciones pioneras en la materia, a mediados de los años 70, y que culmina con la promulgación de la primera *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente* (LGEEPA) en 1988, en la que se van definiendo los espacios del sector ambiental, pero sin un rumbo claro de integración a las políticas generales del desarrollo nacional; y una segunda, que se caracteriza por un cambio importante en la orientación de la política ambiental, en particular, a partir de la creación de una Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap) en 1994, que se expresa en un gran esfuerzo de rediseño institucional y normativo intentando colocar en el centro de las políticas públicas la noción de desarrollo sustentable.

Mientras persista deterioro ambiental en algún grado, toda política ambiental será siempre reactiva y en México

ocurrió así, durante la primer etapa esencialmente se respondió a los graves problemas ambientales del momento, y posteriormente, aunque se mantiene un componente de reacción, la política ambiental se vuelve más activa sobre todo en el plano institucional. Se construye el marco normativo vigente y se logran precisar mejor los objetivos de las políticas de desarrollo sustentable, a pesar de que poco ha sido el avance en la concepción y perfeccionamiento de los instrumentos de política, los métodos para evaluar sus impactos y el consecuente ajuste periódico.

Se sabe de los diagnósticos disponibles que entre los objetivos de política pública de los programas del sector ambiental y los saldos físicos reales persisten las grandes brechas, pues aún se observan procesos severos de pérdida de reservas de capital natural y degradación de la calidad ambiental en las diferentes regiones del país, a pesar de los éxitos muy localizados.

Este trabajo tiene su origen en una preocupación práctica que deriva de la manera insuficiente con que se instrumentan las políticas ambientales a escala regional en México. Por lo que la reflexión busca elementos para construir una propuesta de descripción, análisis e interpretación desde una perspectiva estructural, esto en razón de que interesa identificar la forma y la cuantía en que los procesos económicos impactan los sistemas ambientales regionales. En consecuencia, esta vía de reflexión nos dará mayor claridad sobre aquellos elementos estructurales que forman la base de las respuestas a dos preguntas importantes en la actualidad: ¿cuáles son las causas estructurales de las insuficiencias de la política pública para el medio ambiente a nivel regional en

México? y ¿cómo evaluar y ajustar las políticas ambientales vigentes, las modificaciones, o incluso, la concepción de nuevas propuestas desde una perspectiva espacial y temporal?

La tesis de partida sostiene que las causas más importantes de las insuficiencias de la política ambiental en México, radican en la frágil capacidad institucional para poder descender y evaluar los grandes objetivos del plan nacional en el espacio regional, identificado éste como el nivel natural para la convergencia de las acciones de los gobiernos estatales y municipales, y del conjunto de prácticas más localizadas que empuja la sociedad civil organizada.¹ En la base del marco general de la política ambiental debe fortalecerse significativamente el componente de planeación ambiental; tal como se especifica en la LGEEPA superar su carácter actual: pasivo y subordinado.

Para que esta dimensión cobre todo su potencial, en tanto capacidad de ordenamiento de las actividades de producción, consumo y de uso del espacio, se propone al enfoque estructural con el matiz de una visión regional desde la perspectiva del Capital Natural Crítico (CNC), con el cual se enfatiza la necesidad de mantener los diferentes tipos de Capital Natural (CN), según un criterio de sustentabilidad fuerte.

Con las tres dimensiones hasta aquí apuntadas (planeación, CNC y escala regional) podremos prefigurar, enton-

¹Tal vez una visión dominante de un desarrollo *desde arriba* no encuentre espacios de convergencia, o vasos comunicantes, con acciones alternativas construidas *desde abajo* que puedan derivar en nuevos potenciales de desarrollo, generación de externalidades positivas (sinergias) promovidas por políticas públicas y del sector privado, que busquen la complementación y coordinación en el nivel de los meso-espacios o instancias regionales.

ces, el cuerpo de una estrategia de Desarrollo Regional Sustentable (DRS), en cuyo contexto las políticas ambientales se vuelvan más eficaces, eficientes y equitativas. Desde el punto de vista de la investigación teórica y empírica es importante esta reflexión en tanto que involucra tres aspectos cruciales de estos desarrollos:

1. El asunto sobre un criterio viable y evaluable² de *sustentabilidad*.

2. La *espacialidad* de estas políticas, que explícitamente debe haber un reconocimiento de que los procesos ambientales son problemas de escala que dependen de espacios extensos, abiertos y con recursos naturales específicamente localizados (*in situ*) en su gran mayoría.

3. La *temporalidad*, las implicaciones en el horizonte de tiempo en tanto que el sostenimiento y adaptación oportuna son cruciales para la gestión y para volver observables los efectos sobre los sistemas ambientales, cuyos tiempos de regeneración son mucho más lentos que los requeridos por los procesos de producción y consumo, e incluso que los cambios estructurales de una economía.

El primer aspecto nos remite al hecho de que hoy todos los esfuerzos en el mundo dedicados a mejorar la política ambiental colocan en el centro la sustentabilidad; el largo debate sobre su viabilidad culminó al comprender que ésta se construye social e institucionalmente. Su operatividad y viabilidad requiere precisar la connotación que asumirá el concepto, la discusión actual se desarrolló entre un criterio fuerte frente al débil. Pero también se requiere precisar un marco analítico en el cual tenga sentido y cierta confiabilidad cualquier evaluación del nivel

²Nuestra propia LGEEPA, última versión, en su Artículo 3 define desarrollo sustentable como un proceso evaluable.

y evolución de la sustentabilidad de una sociedad. Construir indicadores e índices que midan las observaciones de la influencia humana sobre los ecosistemas requiere de un marco consistente, contable y lógico. Además, que sea sensible en reconocer cierta jerarquización al momento de analizar los impactos sobre los componentes básicos en que descansa la complejidad asociada a los sistemas ambientales, porque importa identificar Capital Natural Crítico de una región (Ekins *et al.*, 1999; Perk *et al.*, 2000; O'Connor, 2000).³

El segundo referente remite a la necesidad de dotar al estudio del carácter espacial, reconociendo en la región el tamaño de la escala económica y ambiental pertinente para construir el análisis y realizar la agregación de variables y procesos reales en que descansa la interacción central; un Sistema Económico Regional (SER), para nuestro caso de estudio e ilustración será la región Central de México (RCM),⁴ que dispone, perturba y degrada al conjunto de ecosistemas propios y aledaños a su delimitación geográfico-espacial, y que en lo sucesivo denominamos Sistemas Ambientales de la Región (SAR's).

Finalmente, el tercer eje refiere al horizonte de tiempo. No tanto en el sentido de recuperar necesariamente una especificación dinámica para marco analítico, posibilidades que existen en la literatura actual, sino que el meollo se coloca en la necesidad de construir una visión de planeación ambiental en México, y en especial desde la perspectiva regional.

³Otros trabajos del grupo que impulsa esta línea de investigación pueden consultarse en: <http://www.c3ed.uvsq.fr/Critinceng/CRITINCdessin.html>

⁴Conformada por el Distrito Federal y Estado de México, Hidalgo, Puebla, Morelos y Tlaxcala.

UNA PERSPECTIVA DE ANÁLISIS DESDE EL CAPITAL
NATURAL CRÍTICO: CAPITAL NATURAL Y CRITERIO
DE SUSTENTABILIDAD FUERTE

*La naturaleza como capital natural
y las otras categorías de capital*

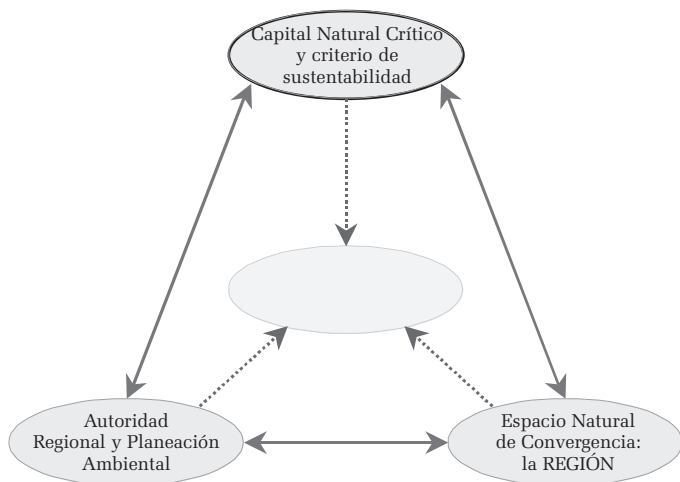
Es difícil atribuir a alguien en particular la noción de CNC porque integra varios conceptos muy citados en el debate actual,⁵ pero la base de las ideas están en las preocupaciones centrales de la economía ecológica, una de ellas, a la que se le dedican muchos esfuerzos busca hacer más operativo algún criterio de sustentabilidad del cual derivar un conjunto de recomendaciones de política ambiental y, en especial, argumentos sobre el por qué y cómo invertir en algo que por definición es no producible: el *capital natural* (CN).

Cuando se visualiza a la economía como un subsistema inserto en el espacio compartido con el conjunto de sistemas ambientales, puede intuirse en un primer acercamiento que en un mundo finito el crecimiento económico también es relativo frente al observado para los sistemas naturales.

Cuando el capital natural realmente existente se vuelve más escaso en relación con el capital de origen humano, se define un patrón de apropiación humana del medio ambiente invertido al patrón anterior en el cual fue dominante la escasez relativa de capital convencional, en un contexto de abundancia de la reserva natural. En estos términos

⁵ Sin embargo, H. Daly (1994) es de los primeros en construir un enfoque desde el capital natural; para el lector interesado en esta perspectiva puede consultar todos los trabajos del libro de Jansson *et al.*, (1994) que apuntan en la misma dirección.

Figura 1
 LAS TRES DIMENSIONES DE UNA ESTRATEGIA
 DE DESARROLLO REGIONAL SUSTENTABLE



Fuente: Elaboración del autor.

tiene toda la importancia preguntarse entonces, ¿cuánto puede crecer el subsistema económico sin destruir o consumir los ecosistemas que lo sustentan y, a la vez, se mejore (u optimice) el nivel de bienestar?

Desde una perspectiva de la sustentabilidad, el análisis económico extendido al estudio de problemas ambientales debe colocar siempre en el centro el mantenimiento de una reserva natural, no porque importe preservar algunos de los componentes particulares *per se*, sino porque su aporte en conjunto al bienestar humano reside en el sostenimiento perenne de la capacidad de esa reserva para seguir ofreciendo sus bienes y servicios (funciones) ambientales.

Sin embargo, las relaciones entre los componentes de la reserva de capital natural y su capacidad para generar

las funciones ambientales no son de ninguna manera relaciones formales del tipo *uno a uno*, más bien son relaciones complejas, imprecisas aun en muchos de sus detalles, dado el estado del conocimiento existente en la materia. Las funciones ambientales son la resultante de un proceso natural más que de algún componente específico del capital natural; por ejemplo, los ciclos del agua y del carbono ilustran muy bien el argumento, muchos componentes presentes desempeñando papeles diversos en el mantenimiento de distintos procesos naturales.

Pero, por qué los sistemas ambientales conjuntos pueden ser manejados analíticamente bajo una categoría económica como la de Capital (Natural). El concepto que usualmente se recupera de la literatura, similar a uno de sustentabilidad antropocéntrica, es el concepto hicksiano de ingreso: "...la cantidad máxima que una sociedad puede consumir en algún periodo y mantenga el nivel de bienestar entre el final y el inicio del mismo..." (Hicks, 1946). Mantener el nivel de bienestar implica que la sociedad tiene una capacidad equivalente para generar el mismo ingreso cada periodo; es decir, cuando la tecnología es constante, mantener el capital intacto es equivalente a mantener el capital manufacturado (o convencional) igualmente constante. Aunque no queda claro qué significa la constancia del capital cuando se incluye también al capital natural, y más cuando se sostenga que ambos son complementos.

En consecuencia, si por capital entendemos al stock de bienes reales e intangibles (conocimiento) con capacidad para generar bienes y servicios adicionales (utilidades) para el futuro, los cuales son fuente para la acumulación de riqueza y sostenimiento de un nivel de bienestar, entonces podemos extender la definición para el capital natural como

una reserva de activos generados naturalmente (no-producibles), cuyo papel crucial consiste en mantener los flujos de materia y energía que están en la base de la reproducción de los sistemas de sustentación de toda manifestación viviente sobre nuestra biosfera.

Siempre existe el riesgo de trasladar inadecuadamente una categoría de una disciplina a otra, porque siempre es incompleta en tanto que no cubre las especificidades propias a la extensión propuesta, como en el caso de los ecosistemas o capital natural, pues éste provee a los humanos de los muy especiales bienes materiales y servicios funcionales tangibles y directos de fuente y sumidero, pero proveen también un conjunto de funciones indirectas y valores menos tangibles, aunque no por ello menos relevantes para el bienestar. De forma similar ocurre cuando se extiende la categoría para involucrar el conocimiento como *capital humano*, o cuando se quiere destacar el valor y las funciones que ofrecen las organizaciones y las reglas institucionales bajo las cuales operan las sociedades, el llamado *capital social o institucional*.

En cierto sentido, la categoría de capital tiene una gran utilidad como un recurso analítico que permite construir el puente de los procesos reales, económicos, ambientales y sociales, con el horizonte de tiempo.

Es cada vez más frecuente encontrar trabajos en la literatura económica especializada donde se extiende la noción de capital con el fin de vincular otros procesos reales al proceso general de crecimiento económico, aunque dominan los trabajos que involucran tres tipos básicos de capital, el físico o convencional, humano y el natural.⁶

⁶Esta es toda la tradición de la llamada nueva teoría del crecimiento, o de crecimiento endógeno.

Con estos tipos básicos de capital se precisan combinaciones que describen a las categorías derivadas como la del *capital antropogénico* (CA),⁷ que resulta de la interacción del capital natural con las otras formas de capital; o casos extremos de la extensión de la categoría hacia el llamado *capital cultural*, que supuestamente involucra al humano, al social, al organizacional, al político, etcétera. Un caso realmente de interés, que permite delimitar los tipos de formaciones naturales que pueden agruparse bajo la categoría de capital natural, de aquellas formaciones que ya no pueden ser clasificadas así, es la forma híbrida identificada como *capital natural cultivado*, que es producto de la interacción del capital natural con el de origen humano, hace referencia a las actividades, agropecuarias, acuicultura, plantaciones forestales, entre otras. Para tal fin se construye un criterio que permita hacer tal distinción, indicador que ordena el nivel de intervención humana (grado de domesticación) sobre los sistemas naturales.

Esta delimitación tiene su propia importancia, de carácter contable, porque permite construir un criterio para agregar las categorías de cubierta vegetal (formación natural) susceptibles de ser identificadas como capital natural. Pues no sólo los ecosistemas *vírgenes* que mantienen los flujos de recursos y servicios ambientales son capital natural, lo pueden ser también otras categorías de formaciones naturales donde la presencia humana sea con tal nivel de deterioro que algunas funciones ambientales aún persisten; como por ejemplo, incorporar a las selvas y bosques secundarios y a los pastizales naturales como parte de la reserva natural total.

Sin embargo, lo que buscamos es un enfoque que permite identificar y medir el CNC, como un concepto que

⁷ Traducción del término equivalente anglosajón: *human-made capital*.

describe y destaca la importancia que tienen para las sociedades humanas las funciones frágiles o críticas (bienes y servicios) de los sistemas naturales. Para acotar esta categoría de CNC es necesario construir el nexo entre capital natural y algún criterio de sustentabilidad que sirva para precisar las condiciones de *criticidad* del CN, sin perder la perspectiva de mejora de la operatividad del criterio.

Si se acepta que existen los dos tipos de capital, CA y CN, sosteniendo la hipótesis de ser sustitutos perfectos, entonces podremos agregarlos si concretamos alguna forma de valuación compatible, como por ejemplo, crear un valor equivalente de inversión en términos del capital manufacturado para los diversos tipos de capital natural. Con este marco se pueden interpretar de dos maneras la premisa de mantener intacto el capital total: 1) la suma de CA y CN es la que se mantiene constante: *Criterio de sustentabilidad débil* (CSD); y 2) cada componente de capital se mantiene inalterado de manera independiente: *Criterio de sustentabilidad fuerte* (CSF).

En esta segunda forma se tiene que sostener la hipótesis de que ambos tipos de capital son fuertemente complementarios, por lo que cada uno de ellos debe mantenerse intacto (separada o conjuntamente en proporciones fijas), debido a que no sólo la existencia sino la productividad de uno depende de la disponibilidad del otro. Por esta razón la valuación agregada se hace al interior de cada categoría y nunca como el primer caso.

En síntesis, se sostiene que el CN y el CA son fundamentalmente complementos y sólo marginalmente sustitutos y que el CSF es el criterio relevante o de interés para prefigurar el concepto de CNC y una cierta operatividad.

¿QUÉ SIGNIFICA INVERTIR EN CAPITAL NATURAL, CUANDO ÉSTE ES ALGO NO PRODUCIBLE, Y POR QUÉ ES CONDICIÓN NECESARIA PARA LA PLANEACIÓN AMBIENTAL?

Si el CN se vuelve más escaso, entonces el nivel de oferta más corto será ahora el factor limitante; son varios y sólidos los argumentos para aceptar esta posición. La racionalidad económica para un problema general planteado en tales términos recomienda maximizar la productividad del factor limitante en el corto plazo e invertir para incrementar su oferta en el largo plazo y la pregunta es, ¿por qué no se observa la aplicación de esta regla para el CN?, aun cuando los balances físicos son fuertemente deficitarios para sostener los *equilibrios* naturales, pues estamos ante un escenario de pérdidas netas que confirman la tesis de un cambio de patrón de apropiación humana de los ecosistemas: se transita de un mundo donde el CA era el factor limitante a otro donde ahora lo es el CN existente.

Desde la perspectiva de la economía ecológica, se requieren distinguir los Recursos Naturales Renovables (RNR) de los no renovables (RNNR) para especificar la regla de inversión en CN. Para la gestión de los RNR la mejor práctica de inversión significa respetar la regla de que las tasas de explotación no sean mayores que las tasas de regeneración del recurso. Evitar el agotamiento de la reserva productiva equivale a la condición hicksiana de constancia del capital remanente, pero ésta gestión sustentable puede implicar también un saldo de inversión neto positivo (aumento de la reserva) como forma de convalidar un componente del *principio precautorio*.

El caso de los RNNR es distinto, este tipo de CN no puede incrementarse, sólo puede asociarse la mejor práctica

de gestión (liquidación) de los inventarios disponibles.⁸ La pregunta es entonces, ¿qué hacer con la riqueza neta generada por esa liquidación del inventario natural? La mejor alternativa que se fundamenta desde la teoría económica sería destinar todo, o una parte sustantiva de tales ingresos netos para financiar inversiones en CN renovable, que en realidad es la regla Hotteling-Solow-Hartwick generalizada; la regla estipula: agotar el CNRR a una tasa igual a la tasa de sustitución por CNR. Esta estrategia busca realizar inversiones en sustitución de capital de tal manera que la acumulación de inventario de capital renovable permita en el futuro sostener, como un mínimo, el mismo nivel de ingreso durante el periodo de maduración de la estrategia.

Estos ingresos netos pueden dividirse en dos componentes, uno que mantiene el ingreso corriente y otro que deberá separarse del gasto e invertirse en sustitutos renovables cada año, de forma tal que, durante el periodo de agotamiento del RNNR, habremos aumentado la reserva natural a un nivel en que su rendimiento sustentable iguale al componente que sostiene el nivel de ingreso a lo largo del periodo. La parte destinada a la inversión en CN renovable será más grande cuanto más baja sea la tasa de crecimiento de estos sustitutos y más corta la vida de las reservas de los RNNR,⁹ se estima como el monto total del inventario disponible entre la tasa anual de agotamiento, medido como un flujo de extracción del recurso.

⁸Por eso es una práctica contable errónea integrar la riqueza generada por la venta de estos recursos como ingresos dentro del PIB y el PNN, debido a que no son fuentes sustentables de consumo.

⁹Este razonamiento para el cálculo lo ha desarrollado El Serafy (1988) en el marco de las cuentas de ingreso nacional, tiene igual relevancia para la evaluación a nivel de proyecto; difiere del análisis costo/beneficio usual.

Una medida adicional compatible con una estrategia de inversión en capital natural sería cualquier inversión que posibilite reducir el volumen de material de origen natural, necesario para mantener un nivel dado de bienestar (tercer regla: *desmaterialización*), se trata de una vía indirecta de inversión que mejora la eficiencia en el uso del CN, pero también con efectos sobre el CA. Sintéticamente podemos visualizar la interacción entre el subsistema económico y los ecosistemas como un proceso continuo de transformación entre CN y CA, con el fin de mejorar nuestro bienestar; el grado con el cual debe continuar esta transformación está limitada económica y socialmente.

La interacción central entre un SER y sus SAR's se expresa mejor mediante la identificación de patrones descriptivos de conversión de CN-CA,¹⁰ donde ahora el factor limitante es el CN, y en sociedades en desarrollo ambas categorías de capital. Un tercer tipo de capital que desempeña el papel de *lubricante* de este sistema integrado economía-ambiente, que mejora la eficiencia y la seguridad jurídica al proceso de conversión CN-CA, está presente bajo la forma del componente institucional y de la organización que lo concreta, en un contexto cultural específico. Usualmente se le identifica como capital cultural, social o institucional (CS). Este motor del desarrollo sustentable, visto desde la perspectiva de la interacción del CN-CA-CS, especifica el *patrón de apropiación social del medio ambiente* y sus modalidades regionales, el cual forma parte de un sistema de evaluación sobre el estado funcional de los ecosistemas y lo vuelve un instrumento necesario para la planeación ambiental.

¹⁰Esta categoría es de alguna manera resultado de la fusión entre el CN y el capital humano (CH); queda incorporado entonces el CH.

DESCRIPCIÓN DEL CAPITAL NATURAL: COMPONENTES Y PROCESOS AMBIENTALES

Con la recuperación crucial de los servicios (funciones) ambientales para elaborar una descripción confiable del estado funcional de los ecosistemas y mejorar la capacidad de evaluación, se puede construir un instrumento necesario para la planeación ambiental. La metodología de evaluación la propone Groot (1994) y fortalece la estrategia bosquejada de inversión en CN, pues aporta el orden jerárquico a la planeación de la conservación, mantenimiento y usos sustentables del CN existente y disponible. Para avanzar, procederemos a exponer una breve descripción de los componentes y procesos ambientales consustanciales al CN.

Suele identificarse en la literatura cuatro categorías básicas asociadas al capital natural: 1. atmósfera (aire); 2. agua territorial y marina; 3. suelo, que comprende propiedades físicas y químicas, espacio y *landscape*; y 4. hábitat, que incluye la reserva biótica de los ecosistemas. Estas categorías pueden abrirse más en respuesta a las necesidades de los objetivos de estudio y las especificidades propias a las regiones de interés, pero por su nivel de complejidad, suele ampliarse la categoría 4.

Dado que se requiere una descripción completa para cada uno de los cuatro tipos de capital natural, en la medida de lo posible, se sugieren los nueve grupos¹¹ de propiedades siguientes:

1. características de los lechos rocosos y los procesos geológicos;
2. propiedades atmosféricas y procesos climatológicos;

¹¹R.S. Groot (1992) propone un listado de hasta 53 grupos (Table I.0-1, p. 274).

3. procesos geomorfológicos y sus propiedades;
4. procesos hidrológicos y sus propiedades;
5. procesos del suelo y sus propiedades;
6. características de las cubiertas vegetales;
7. características de la flora y fauna;
8. características de las comunidades vivientes y sus interacciones con la cadena alimenticia; y
9. parámetros fundamentales de los ecosistemas.

TIPOS DE CAPITAL NATURAL SEGÚN LAS OCUPACIONES DEL ESPACIO

Aunque difícil la separación entre categorías de capital, usualmente se distingue al capital natural (CN), al capital humano (CH) y al capital manufacturado (CM), en una referencia gruesa al peso de alguno de los factores económicos tradicionales como: tierra, trabajo y capital. Recuperamos para este trabajo la noción de capital natural como el que genera las funciones (bienes y servicios) proporcionadas por ecosistemas autosostenidos, consistentes de inventarios de recursos naturales renovables y no renovables, y visto como el complejo de recursos bióticos y abióticos.

Básicamente, lo entendemos como el inventario de activos de origen ambiental, tales como el suelo, agua, atmósfera, bosques, etcétera, de los cuales proviene el flujo de bienes y servicios útiles para la sociedad. Se propone incorporar o agregar en la categoría de CN lo que usualmente se identifica también como: 1) *Sistemas Naturales Únicos*, en los cuales la calidad y el grado de perturbación por la intervención humana no ha alterado aún, significativamente, la estructura funcional de los ecosistemas; 2) *Sistemas Naturales Modificados*, con impactos humanos mayores, pero

sus componentes estructurales no pueden ser *cultivados*, se trata de la mayor parte de los suelos del planeta que todavía son considerados áreas naturales (por ejemplo, bosques en estado de regeneración natural susceptibles de explotación forestal o áreas en regeneración, pero con ocupación ganadera, etcétera; y 3) *Sistemas de Cultivos Sustentables*, muchos de sus componentes estructurales son reproducibles de manera sustentable, pero sin insumos de CA (agricultura orgánica, bosques con manejo sustentable). En esta misma dirección, de profundización de la intervención humana, aunque ya no se puede considerar como CN, pero importa identificarlos como formas de ocupación espacial, vendrían a estar los: 4) *Sistemas Cultivados Intensivamente*, aunque no de manera sustentable pues se trata de sistemas cuyos componentes estructurales se reproducen (cultivan) con especial interés por sus valores comerciales y con un alto empleo de insumos de CA; y 5) espacios ocupados intensamente por los humanos como los *Sistemas Urbanos e Industriales*, donde se concentra el inventario disponible de CA, se trata de sistemas dominados por la infraestructura acumulada por las sociedades (Perk *et al.*, 2000).

NEXO CENTRAL ENTRE CAPITAL NATURAL Y SUSTENTABILIDAD

La demanda por la justicia intergeneracional contenida en el paradigma de la sustentabilidad refuerza la importancia de la dimensión intertemporal del concepto y, en el análisis económico, la categoría de capital permite integrar al estudio la dimensión temporal. Si la acepción convencional de capital descansa en el concepto de bien durable, su extensión al capital natural requiere de un énfasis mayor al sentido de durabilidad.

Cuando se impone la condición de sostener los flujos de recursos y servicios ambientales en el tiempo, cada forma de capital natural no debe ser vista como una propiedad exclusiva de unas pocas generaciones que explotan y consumen para sus propios beneficios, sino como algo que se toma prestado y debe ser legado a las generaciones futuras. En estas condiciones el sentido de duración en el tiempo es infinito (perenne). De la permanencia para siempre del capital natural, base para el bienestar presente y futuro, depende entonces el modo o patrón de gestión ambiental y del tipo de restricciones biofísicas que se imponen a la apropiación de los sistemas ambientales *ocupados*.

CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD: FUERTE Y DÉBIL

En buena medida, el intento por hacer operativa una noción de sustentabilidad involucra siempre la idea de protección del ambiente natural como una condición necesaria. En su connotación económica, sustentabilidad implica el mantenimiento del capital en el horizonte del tiempo y equivale a decir también que el inventario de capital es no decreciente.

Aunque existe una diferencia muy importante entre tratar el capital natural bajo una forma agregada y equiparable en términos de algún valor equivalente de un cierto capital manufacturado *estándar*, donde el criterio de sustentabilidad se expresa mediante el cumplimiento de la condición de que la suma del inventario de capital total ($CN + CA$) debe ser no decreciente, y una interpretación alternativa, donde el criterio requiere de una expresión desagregada para los tipos de reserva de CN, porque éstos no deben sumarse en tanto que la restricción de ser no decreciente se impone a cada una de las formas básicas o específicas del CN.

La primera interpretación requiere de la hipótesis de sustituibilidad entre capitales (CN y CA), mientras que la segunda la rechaza. En principio, entonces, hay dos maneras de cumplir la condición de que el inventario de capital sea no decreciente:

1. Al menos, la suma del capital natural y del capital antropogénico debe mantenerse constante en algún sentido que permita agregarlos en términos de algún estándar de valor, es decir, *criterio de sustentabilidad débil*.
2. Al menos, cada componente del CN debe mantenerse intacto de manera independiente, en algún sentido que permita agregar sus valores, pero dentro de cada categoría y no necesariamente entre todas ellas; además debe aplicar esta restricción para el CA también, *criterio de sustentabilidad fuerte*.

La primer forma es razonable si uno considera que el capital antropogénico es un sustituto del capital natural. Esta hipótesis sostiene que es plenamente aceptable consumir el capital natural conforme se crea un valor equivalente en capital antropogénico mediante la inversión en él. Pero si consideramos que son en realidad complementos, compatible con la segunda forma, cada uno de los capitales complementarios deben mantenerse intactos, porque la productividad de uno depende de la disponibilidad de los otros.

Conceptualmente, el criterio de sustentabilidad débil descansa en el supuesto de que el bienestar no depende de alguna forma específica de capital y que hay una sustituibilidad *casi-perfecta* entre recursos de CA y CN, por lo que el inventario de capital total es el que no debe ser decreciente. Si tal sustitución fuese posible, una economía sería

sustentable aun cuando consuma su reserva de CN y genere suficiente CA para compensar tal pérdida.

¿POR QUÉ UN CRITERIO DE SUSTENTABILIDAD FUERTE?

Mientras el criterio de sustentabilidad fuerte requiere mantener intactos los diferentes tipos de capital de manera separada, individualmente preservados, en precaución de que al menos pueda haber algún tipo de capital natural no sustituible, por tanto, deberán mantenerse las reservas individuales por arriba de ciertos límites o umbrales. Este CN *no-sustituible* es la manera de identificar las formaciones naturales críticas y su preservación debe tener la más alta prioridad, dado que el desarrollo económico depende de la administración tanto de bienes manufacturados e infraestructura, como de servicios ambientales, tales como aire y agua limpia, espacios recreativos y ecosistemas productivos en general.

Entonces, el criterio fuerte debe ser el relevante para la concepción de la política ambiental sustentable en virtud de que el CA depende para su producción del CN, ambos son esencialmente complementos y sólo marginalmente sustitutos. Adicionalmente, es de señalar que otros factores sobresalientes en que descansa una visión fuerte son:

1. presencia de incertidumbre en el funcionamiento de los ecosistemas y el valor total de sus servicios;
2. presencia de irreversibilidad en el marco de algunos procesos de degradación (o pérdida) de recursos naturales;
3. preferencia de los individuos y las sociedades por la aversión a la pérdida cuando son severos los procesos de degradación ambiental; y

4. criticidad de algunos componentes del CN por no sustituibilidad.

En consecuencia, un criterio de sustentabilidad fuerte sostendría que, cualesquiera que sean los beneficios obtenidos, pérdidas de algún tipo de capital natural *crítico* será siempre inaceptable. Con más detalle se puede justificar la relevancia de la hipótesis de no-sustituibilidad con base en los supuestos de la referencia (Perk *et al.*, 2000).

Si para cada escala geográfico-espacial el conjunto de recursos ambientales está conformado por un inventario de CNC que realiza funciones ambientales frágiles, no sustituibles por otros tipos de capital, incluso por los origen natural, entonces para dar cabal cumplimiento a un criterio fuerte se requiere que las formas de CN sean identificables y, en lo posible, cuantificables esencialmente mediante la medición de variables de stock y de flujo físicos; se trata de los insumos de información para construir indicadores e índices para volver operativo el criterio.

LAS FUNCIONES AMBIENTALES DEL CAPITAL NATURAL

El término función de un ecosistema es un recurso analítico que permite complementar la descripción del CN y es usual encontrar dos sentidos para su interpretación. Algunas veces sirve para describir el funcionamiento interno de un ecosistema (funciones *of*), como el mantenimiento de los flujos de energía, de nutrientes e interacciones de la cadena alimenticia; y en otras ocasiones, hace referencia a los beneficios para el hombre (bienes y servicios o funciones *for*) que derivan de los componentes y procesos de los ecosistemas como la producción de alimentos o servicios de asimilación

de desechos. Sin embargo, una definición que integra ambas acepciones se expresa como “la capacidad de los procesos y componentes de los ecosistemas para proporcionar bienes y servicios que satisfacen necesidades humanas directa e indirectamente” (Groot, 1992, 1994); los bienes (recursos) son usualmente suministrados por los componentes de los ecosistemas (plantas, animales, minerales) y los servicios (asimilación de desechos, etcétera) por los procesos naturales (ciclos bioquímicos, biológicos, entre otros).

Aunque hay varias tipologías para clasificar las funciones ambientales, es posible agruparlas en 4 grandes categorías: 1) *funciones de regulación*, relacionadas con la capacidad de ecosistemas naturales y semi-naturales para regular procesos ecológicos esenciales y sistemas de sustentación de la vida, los cuales a la vez, contribuyen al mantenimiento de un medio ambiente en buen estado proporcionando aire, agua y suelo limpio; 2) *funciones de hábitat*, proporcionan refugio y reproducción del hábitat para plantas y animales salvajes que contribuyen a la conservación de la diversidad biológica y genética y al mantenimiento de poblaciones migratorias y de especies con valor comercial; 3) *funciones de producción* de sistemas ambientales que proporcionan muchos recursos desde alimentos, materias primas (madera, productos bioquímicos, etcétera) hasta energéticos y material genético; y 4) *funciones de información* de ecosistemas que contribuyen al mantenimiento de espacios para la recreación, el desarrollo del conocimiento y uso escénico.¹²

No obstante la jerarquía para las funciones no es tan estricta, existe cierta lógica en el orden planteado. Se colo-

¹²Dentro de esos 4 grupos se pueden distinguir hasta 24 funciones principales, las cuales representan más de 60 bienes y servicios más detallados. Para mayor referencia al respecto se puede consultar Groot, 1994, tabla 1, anexo III.

can en primer lugar las funciones de regulación que son importantes para el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y de calidad ambiental, pues sin ellas no habría biosfera ni lugar para el hombre y los otros seres vivos; proporcionan las condiciones necesarias para el resto de las funciones ambientales. Enseguida están las funciones que relacionan los requerimientos físicos para los nichos ecológicos dentro de la biosfera, las funciones de hábitat; difieren para cada uno de los grupos de especies específicas, pero contienen, en cualquier caso, las capacidades de sustentación físicas de los sustratos ambientales para ciertas actividades y las necesidades espaciales (espacio mínimo crítico) de los ecosistemas naturales que las suministran.

En las funciones de producción destacan los requerimientos ambientales para la generación de bienes recolectables necesarios para la sobrevivencia y el bienestar; dependen de las dos funciones anteriores; sin procesos de regulación en la biosfera y sin los ecosistemas que los proporcionen, no hay posibilidad de producir recursos para el hombre y otras especies. Y finalmente, la cuarta categoría se vuelve relevante sólo cuando las otras funciones existen, pues se trata de las funciones de información para el desarrollo de las capacidades cognitivas del hombre. La vida humana parece completamente imposible en la ausencia de alguno de los tres primeros grupos.

Otra tipología más realista para las funciones ambientales, que proviene originalmente de Pearce *et al.* (1990: 35), considera las funciones de fuente, de sumidero, de sustentación de la vida y de salud y bienestar humano; se presenta una clasificación de estas funciones ambientales por tipos de CN básicos, recuperando la clasificación original de Groot a la cual poco se le agrega.

Las funciones fuente se refieren a la provisión de bienes para el uso y beneficio humano, frecuentemente por mediación de las actividades económicas. Las funciones sumidero agrupan las capacidades del CN para la disposición y asimilación de desechos antropogénicos. Las funciones de salud y bienestar humano se refieren a los servicios, usualmente de tipo no-económico, que contribuyen a la salud y bienestar de muchas maneras. Estos tres grupos suministran bienes y servicios directamente *para* los humanos (funciones *for*).

En contraste, las funciones de sustentación de la vida refiere a los procesos naturales que mantienen tanto a los ecosistemas como a la biosfera en su totalidad. Evidentemente se trata de las más importantes para la humanidad, muchas de las funciones de los tres grupos anteriores dependen de éstas, representan las condiciones básicas para que existan aquellas, por ello se les considera que son funciones primarias del mundo natural (funciones *of*). Debe tenerse siempre presente durante la evaluación de los impactos sobre el CN que muchas de esas funciones se han asignado a un tipo de capital, pero en realidad, en la mayoría de los casos son resultantes de la interacción de más de un tipo. Son muy pocos los casos de funciones que están exclusivamente relacionadas con una sola forma de CN.

ELEMENTOS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y MEDICIÓN DEL CNC

La encuesta ambiental realizada entre expertos de la Comunidad Europea en donde se identifican los principales temas ambientales asociados a cada tipo de CN, es fácil identificar de ella las funciones ambientales amenazadas

y, a la vez, relacionarlas con las características ambientales y los componentes del CN desde el cual derivan. Si una función es importante para la sustentabilidad ambiental, este tipo de CN puede ser identificado como CNC con respecto a dicha función ambiental. Es así como se prefigura el inventario de CNC de un espacio particular, ordenando la información para cada estrato ambiental principal (aire, agua, suelo y hábitat); un marco metodológico concreto para el caso del Reino Unido puede consultarse en P. Ekins y S. Simone (1999).

Para realizar la etapa de identificación y posterior medición del CNC es fundamental saber cuáles son los atributos asociados que determinan la condición de *criticidad* del CN. En la base de los sistemas ambientales proveedores de funciones críticas están sus componentes y procesos de interacción que determinan la capacidad del espacio o área ecológica para generar las funciones ambientales, observar y monitorear de manera prioritaria. El atributo crucial debe ser tal que preserve la coexistencia en la biosfera de componentes bióticos (organismos vivos) y abióticos (condiciones químicas y físicas) y las interacciones entre ellas, con la mediación de flujos de materia y energía sobre diferentes escalas espacio-temporales (Perk *et al.*, 2000). La búsqueda de nexos entre atributos o parámetros ambientales y funciones ambientales, en los grupos mencionados, posibilitaría aportar las relaciones causales de los procesos naturales para conformar *matrices ambientales* que bien pueden contribuir a:

1. Verificar cuáles parámetros influyen sobre una función específica; importante cuando se pretenda hacer una evaluación que permita determinar el valor de una función para un área o ecosistema particular.

2. Observar cuáles funciones son influidas por un parámetro dado, debido a que muchas funciones ambientales son interdependientes, una característica ambiental (atributo) frecuentemente influye sobre más de una función; esto puede ser útil para la evaluación del impacto ambiental (EIA).

En las evaluaciones convencionales sólo se investigan los efectos directos de una acción humana en particular (pérdida de vegetación, perturbación de la estructura del suelo). Mediante el uso de matrices de impacto es posible evaluar las consecuencias de cambios en los parámetros ambientales (atributos) para las funciones ecológicas y valores del área o ecosistema en particular (Groot, 1992). En consecuencia, para mantener y sostener las funciones ambientales futuras será un requisito cumplir con las condiciones necesarias (atributos) asociadas con ellas. Básicamente hay dos tipos de *criticidad* desde: 1) la perspectiva ambiental, cuáles tipos de capital natural son los más amenazados, y 2) la perspectiva humana, cuáles servicios son los más críticos para nuestra sobrevivencia y bienestar, y que no pueden ser sustituidos. Si ambos tipos de criticidad se presentan para un cierto tipo de capital natural, éste puede considerarse como *crítico absoluto* (pérdida de diversidad genética en ciertos bosques tropicales raros).

Los principales criterios generales para identificar un tipo de CN como *crítico* muestra un intento que ilustra la dificultades para asociar variables a los criterios. Usualmente están relacionados con los ecosistemas completos (funciones *of*), pero puede ser usado para identificar la criticidad de los bienes y servicios suministrados por el CN (funciones *for*).

ALGUNOS PROBLEMAS PARA HACER OPERATIVO EL CONCEPTO DE CNC

Para hacer el concepto de CNC aplicable se requiere, entre otras cosas, precisar e identificar mejor algunos aspectos:

1. Papel y significación de los diferentes sistemas de CN que sustentan el bienestar humano, identificar las funciones críticas tipo *for*.
2. Identificar las escalas espacial y temporal relevantes para las cuales el CN puede ser crítico.
3. Factores económicos, sociales y culturales que contribuyan a volver crítico cualquier tipo de CN.
4. Niveles umbral cualitativos y cuantitativos que permitan medir las distancias entre el nivel de los usos reales de un tipo dado de capital y el umbral que no deberá ser excedido.

Se sabe que, dado el estado actual del conocimiento, es muy difícil definir límites cuantitativos sobre la capacidad de sustentación de la biosfera, aunque importa aclarar que exceder ciertos umbrales no necesariamente implica la pérdida total de las manifestaciones de vida, siempre que se alerte sobre las reducciones en la calidad de vida. En este sentido un referente útil sobre lo que constituye un nivel aceptable de calidad ambiental y de la vida, lo ofrece el concepto de *capacidad de sustentación*, a pesar de estar sujeta a la percepción y juicio humano. Por ende, valores de referencia para niveles críticos o sobre un estado aceptable para el medio ambiente, inevitablemente reflejará un compromiso basado en juicios científicos y preferencias sociales sobre la calidad deseable para los sistemas ambientales.

Para culminar con esta aproximación, otros elementos que también juegan en la posible aplicación a problemas reales de la noción de CNC son:

5. tratamiento a las posiciones sobre la distribución de los recursos disponibles por la sociedad;
6. dado que se trata de sistemas complejos y su conocimiento sobre ellos es muy incompleto, la incertidumbre e impredecibilidad se vuelven características inherentes a los problemas ambientales;
7. difícil delimitar entre funciones ambientales tipo *for* de las *of*; y
8. usualmente, la inevitabilidad de los componentes políticos y sociales vuelven los problemas ambientales, en el plano de la políticas públicas, objetivos en conflicto.

ELEMENTOS DEL DIAGNÓSTICO DEL CAPITAL NATURAL PARA LA RCM

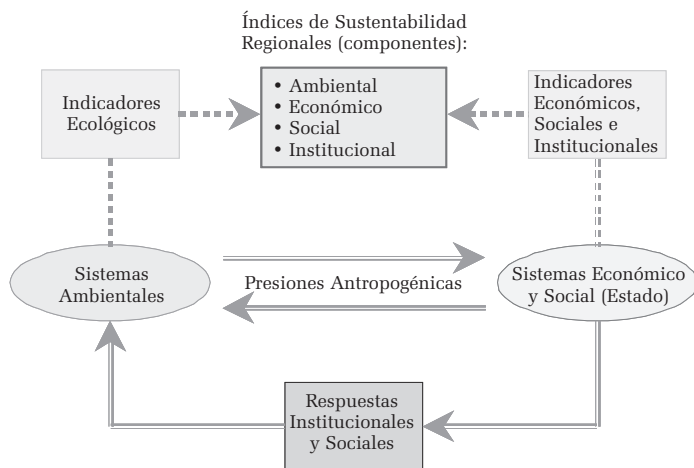
El análisis diagnóstico se ha llevado a cabo en una escala mesorregional, organizado en torno de los cuatro recursos de base (tipos de CN) en que descansan la mayor parte de los bienes y servicios ambientales de que disponen los habitantes de la región: 1) suelo, 2) cubierta vegetal, 3) agua y 4) las funciones *sumidero* de los sistemas ambientales (bosques, cuencas, etcétera) propios y aledaños a la RCM, son indispensables para la disposición final de los desechos generados por sus aglomeraciones urbanas, industriales y de servicios en general. Se abordan siguiendo el ciclo de los recursos: fuentes-usos-disposición espacial, desde una perspectiva de sustentabilidad ambiental.

Existe amplio consenso en el mundo de que la sustentabilidad implica restricciones a ciertos estilos de apropiación humana del patrimonio natural y que depende de: *a*) el estado (nivel y calidad) de los sistemas ambientales; *b*) las presiones antrópicas sobre esos sistemas (explotación de los recursos y emisión de desechos) e intensidad de los cambios ambientales que inducen, y *c*) la capacidad institucional y social para responder al reto de construir sociedades sustentables en el plano regional. Usualmente este planteamiento ha tomado la forma del esquema de presión-estado-respuesta, como se presenta en la figura 2.

En México, la RCM ha sido la región de mayor dinamismo hasta principios de los ochenta, aunque su patrón histórico de desarrollo económico y social ha estado marcado por una fuerte tendencia a la insustentabilidad ambiental. Los com-

Figura 2

ESQUEMA PRESIÓN-ESTADO-RESPUESTA CON APLICACIÓN REGIONAL



Fuente: Elaboración del autor.

ponentes causales son los propios a estructuras productivas y sociales subdesarrolladas, acompañadas siempre de grandes disparidades regionales que se reproducen o refuerzan por el rezago tecnológico, la desigualdad social y la fragilidad de las instituciones. Las aglomeraciones humanas, industriales y de servicios han determinado la intensidad y el patrón de ocupación del espacio de la RCM. Este proceso tiene una gran importancia debido a que para el año 2000 se había asentado aproximadamente 32 por ciento de la población nacional, donde ocho de cada 10 habitantes de la región se encuentran ubicados en concentraciones de 2,500 habitantes y más. Se trata de una red de áreas urbanas centradas a la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), con diversa y alta especialización productiva, cuya expansión avanza sobre los suelos agropecuarios, bosques, pastizales y suelos sin usos productivos o definidos, seguramente por su baja calidad. Por el alto nivel de presión que este proceso genera sobre los sistemas ambientales, se puede afirmar que la RCM es una zona *congestionada* en la medida en que tales presiones se expresan en condiciones de mayor fragilidad para garantizar el crecimiento de la actividad económica en el largo plazo.

No obstante la herencia de un inventario y calidad del capital natural muy disminuidos en la RCM, existen fundadas sospechas de que el desarrollo no tiene porqué estar en conflicto con la gestión sustentable de los ecosistemas; se observa a nivel mundial y nacional también, correlaciones positivas entre indicadores de desarrollo (PIB per cápita y competitividad) y de Sustentabilidad.¹³

¹³ Se toman resultados del primer estudio de su tipo en México, realizado por Céspedes (2001), instrumentando la metodología del EIS-Report 2002 (última versión), muy compatible también con los trabajos en esa dirección que realiza UNCSO. Del estudio se extraen también, resultados importantes para la RCM: a) los índices de sustentabilidad son los más bajos del país, b) cuando se

La disponibilidad de suelo se vuelve crítica para el desarrollo económico cuando el patrón de ocupación espacial pierde cierto *orden* favorable a la eficiencia en la realización de la multiplicidad de actividades humanas y la preservación ambiental. La congestión de los usos del espacio impacta la estructura de costos e induce una nueva jerarquización de los usos competitivos para la localización de actividades. La pérdida del potencial de oferta de bienes y servicios ambientales y, en casos específicos de altísima escasez de recursos particulares como pérdida de recursos concretos como agua o suelo por degradación, vuelve inviable materialmente cualquier tipo de desarrollo. Por ello, el suelo es crucial para transitar hacia un desarrollo regional sustentable.

Evidentemente el diagnóstico de este apartado debe soportarse en un análisis de cambio de uso del suelo. Éstos son muy variados en alcance, integración y complejidad, los hay de tipo cartográfico con diferentes alcances geográficos hasta los *híbridos*, que ligan los sistemas de información agro-ecológica con marcos económicos, que se usan para cuantificar y proyectar los efectos de los procesos económicos (matriz insumo-producto) sobre los cambios de uso del suelo;¹⁴ son éstos los más recientes y con extenso desarrollo, pero demandan información cartográfica muy desagregada y completa espacial y temporalmente.

desagrega el índice, ocurren los valores más bajos para el índice de presiones sobre el capital ecológico y el que mide el estado de ese capital, y c) para el componente de respuesta institucional y nivel de vulnerabilidad, los valores cubren toda la gama de posibilidades.

¹⁴Las fuerzas que impulsan los cambios en los usos del suelo son múltiples, pero pueden identificarse por separado las dimensiones en la dinámica poblacional, en el nivel de afluencia, en la tecnología, en los estilos de vida y en lo institucional.

En la perspectiva más larga que se ha podido construir en México (1976-2000) para observar la dinámica del cambio de uso del suelo, se confirman tendencias estructurales de pérdida de cubierta vegetal permanente. Es muy congruente el patrón general observado con los modelos de actividades económicas que ocupan el espacio: pérdida vegetal (bosques, selvas, vegetación hidrófila, matorrales, pastizales naturales) y otros tipos se le anteponen aumentos de usos de suelo como pastizales inducidos y cultivados, áreas de cultivo y aglomeraciones urbanas. Éste es el patrón observado también para la RCM, aunque las tasas de cambio en los usos del suelo son diferentes, mostrando con ello simplemente que el patrón de actividades económicas es distinto; dominan las grandes urbes con actividades secundarias y terciarias por encima del conjunto de las actividades agropecuarias, lo cual se refleja en las tasas de crecimiento de la frontera agrícola y de pastos por abajo del promedio nacional. Aunado a este proceso existe el fenómeno de una suburbanización rezagada, caracterizada por una crisis de vivienda y servicios.

Destacan de manera significativa las tasas de pérdida de cubierta vegetal (bosques y selvas) en toda la RCM; con tasas más altas que el promedio nacional, las áreas perdidas acumuladas son relativamente elevadas, un punto que demanda la atención urgente de las entidades de la RCM, por las severas implicaciones sobre los otros recursos como el agua.

En términos físicos (número de cabezas) es importante la actividad ganadera de los estados de la RCM; de todos ellos, el de México es el más relevante en todas las especies. Intrarregionalmente, el estado de México, Puebla e Hidalgo dominan la actividad, pues concentran entre 80 y 90 por ciento del total. De ninguna manera son despreciables los inventarios en ganado bovino y porcino en el estado

de México y Puebla, e importa porque son prácticas de alto impacto ambiental, dependiendo de la tecnología de manejo y porque la actividad se genera en un espacio regional con altas presiones sobre los recursos naturales.

Aunque decreció el inventario bovino y porcino en la RCM, favorable para los problemas ambientales, el seguimiento de la actividad implica impulsar mejoras tecnológicas de la práctica y, tal vez, reorientación hacia especies menores en el marco de un Plan de Desarrollo Regional; incluso la sustitución por importaciones abriría la posibilidad de recuperar suelos en estado de degradación parcial. Por desgracia para el patrimonio natural, estas actividades se han expandido alarmantemente a lo largo del territorio nacional.

Prácticamente todos los suelos de la RCM presentan degradación en alguna medida; en la categoría de severa y muy severa están entre 50 y 70 por ciento de los suelos de la región, con procesos de erosión hídrica y eólica propios de terrenos con pendientes pronunciadas donde las actividades de deforestación y cambio de uso del suelo han dejado expuestos al agua y al aire los suelos existentes.¹⁵

Sin embargo, con apoyo en otro indicador de calidad del suelo, el índice de fertilidad, se observa que podría tratarse de una situación crítica, pero no tan extrema, los niveles de este índice para las entidades de la RCM así lo revelan: Distrito Federal (media), Hidalgo (alta), Estado de México (media), Morelos (alta), Puebla (baja) y Tlaxcala (muy baja).¹⁶

¹⁵ Son suelos alcalinos y ácidos soportados en sustratos rocosos sedimentarios y volcánicos que los hace suelos fértiles, pero muy delgados y, por tanto, desprovistos de su cobertura vegetal por lo que se vuelven muy susceptibles a la erosión.

¹⁶ Una de las primeras implicaciones de política regional consiste en recomendar el impulso decidido para la elaboración de Planes de Ordenamiento Ecológico, en tanto que representan instrumentos de primer nivel sin los cuales no se pueden fortalecer las medidas estructurales o de planeación de la políti-

La creciente demanda de agua potable determinará la localización de fuentes de abastecimiento externas a la RCM a partir de la consolidación de la megalópolis.

Para evaluar el desempeño general del Gobierno y la sociedad en el uso del recurso ya no importa la forma institucional de asignación (mercado y no-mercado), lo fundamental es el saldo neto del balance hídrico y su impacto en la disponibilidad potencial. Se elevan los inventarios del recurso o se continúan perdiendo, éste debe ser el criterio para evaluar el impacto de las políticas existentes en todos los estados y localidades de la RCM.¹⁷ Una aproximación de este tipo se realiza bajo el orden propuesto: fuentes-usos-disposición final para precisar elementos del diagnóstico y las recomendaciones.¹⁸

Las cuencas hidrológicas que reciben la influencia directa de las actividades de la RCM son 5; una de ellas, la cuenca Lerma-Santiago-Pacífico (región VIII), aunque nace en la región, sólo una porción pequeña pertenece al

ca regional para el medio ambiente, e inducir orden y coordinación de las acciones de la sociedad en su conjunto. Sin embargo, el panorama de la RCM muestra insuficiencia en la materia y como corolario, aún no está decretado un Ordenamiento Ecológico General del Territorio; los planes estatales existentes no llegan a 10, los regionales y locales son más bien la excepción que la regla. En la región de estudio se han decretado los ordenamientos ecológicos para los estados de Hidalgo, México y Tlaxcala, los cuales pueden tener problemas de incompatibilidad técnica, en tanto no exista una metodología de referencia *estándar* para su elaboración.

¹⁷Podemos tener situaciones realmente paradójicas, donde se observan de manera sostenida un alto nivel de cumplimiento de metas institucionales y pérdida permanente de recursos naturales, o la situación contraria, siempre preferible desde el punto de vista de la sustentabilidad.

¹⁸Este nivel está suficientemente trabajado, con diagnósticos certeros y acciones en la dirección correcta por el organismo responsable. Sin embargo, lo que está en discusión es la eficacia de las políticas.

Estado de México y, en realidad, es una cuenca que está fuertemente comprometida para las actividades y asentamientos humanos de los estados de la Mesorregión Centro-Occidente del país. En consecuencia, se considerarán esencialmente las cuatro cuencas restantes (IV, IX, X y XIII).¹⁹

La región XIII es la crítica, tiene sobre explotado su potencial hídrico, restringido exclusivamente a sus acuíferos, y crece la dependencia de los asentamientos humanos del valle de México y valle de Tula al potencial de las cuencas hidrológicas periféricas; las cuales, presentan un buen nivel de disponibilidad del recurso, medido con el indicador de intensidad de uso: extracción total bruta/disponibilidad natural base media.²⁰

Entre la disponibilidad del recurso superficial y el subterráneo media siempre la calidad, y para el consumo humano este último recurso hídrico es el más adecuado desde un punto de vista de salud pública. Reconociendo este sentido estratégico de los acuíferos, una práctica mínima de manejo sustentable significaría estar por debajo de la situación de equilibrio entre extracción subterránea total y recarga media. Si usamos su cociente como indicador de intensidad de uso (medida de manejo sustentable del recurso), observamos cuencas mucho más presionadas, evidentemente insustentables porque están agotando el potencial hídrico y los factores de presión continúan su tendencia, con la excepción de la Región Golfo-Centro.

¹⁹Esto no significa que la cuenca sea irrelevante para la RCM, prueba de ello es el Sistema Cutzamala, una fuente estratégica de abasto de agua para el Estado y la Ciudad de México.

²⁰Clasificado según criterio de la Comisión para el Desarrollo Sustentable de la ONU; aunque se considera que este indicador es poco sensible para precisar más la criticidad del problema si colocamos en el centro a la vulnerabilidad humana.

Las aguas superficiales pueden tener como destino el uso público, pero se requiere de infraestructura y de recursos significativos para financiarla, lo cual es una restricción que está frenando programas de mediano y largo plazo desde hace varios años. Más aún, si la calidad del recurso es baja (alta contaminación química y biológica), como es el caso de casi todas las cuencas de influencia de la RCM, los costos para hacerla disponible para el consumo humano se elevan. Por eso tiene más sentido el indicador de intensidad de uso modificado, es más sensible como medida de vulnerabilidad.

Las actividades agrícolas demandan una alta proporción de las disponibilidades o extracciones totales de agua, entre 80 y 90 por ciento del agua superficial y, en promedio regional, casi la mitad del agua subterránea extraída. Los otros usos de agua superficial son poco significativos dado que este potencial es muy grande. Donde están los usos que compiten fuertemente por el recurso hídrico de calidad es en la industria y en los usos públicos; la industria consume agua subterránea en más del doble que agua superficial, cuando esta relación debería estar más balanceada, en razón de que el uso público tiene prioridad y se recomiendan medidas para liberar este potencial y garantizar el abasto futuro.

En la RCM el uso público de agua destinado al consumo humano es alto, sólo 10 por ciento de la población carece del servicio de agua potable; en servicios de alcantarillado es más alta la proporción que no tiene acceso (22 por ciento). En ambos rubros el objetivo de política será siempre cobertura universal, el Distrito Federal es un referente inmediato por su nivel (98 por ciento), todos son valores promedio regional. Sin embargo, superar estos rezagos será de un alto costo para los estados de la RCM en tanto

que el déficit de estos servicios se localiza en las zonas rurales, donde los asentamientos humanos son de tamaño pequeño y están muy dispersos.²¹

La conformación de las cuencas hidrológicas consideradas dio lugar a zonas endorréicas y vías de desagüe de gran importancia ecológica y económica para la RCM, tales como los sistemas Lerma-Santiago, río Tula y Pánuco, y el Balsas. Debido a que las cabezas de estas cuencas se encuentran más abajo de los valles centrales, vuelven complejo y costoso el aprovechamiento del agua dentro de la región.

Por el lado de la disposición final de aguas residuales de la RCM se observa una infraestructura insuficiente e ineficiente. Los volúmenes de aguas tratadas provenientes tanto de las ciudades y las industrias son muy bajos, son plantas de baja capacidad respecto de los volúmenes generados y una gran mayoría operando por debajo de la capacidad de diseño y de manera ineficiente.²²

- Desde una perspectiva de cuencas a nivel mesorreional, que es la que importa para este diagnóstico, se considera que los programas regionales de la Comisión Nacional del Agua (CNA) son muy consistentes, certeros en el diagnóstico y con un buen nivel de focalización de acciones.²³

²¹Tanto para este problema como para los de cambio de uso del suelo, de control sobre la cubierta vegetal y para los de disposición final de desechos que generan las actividades humanas, se requieren urgentemente, como ya se había mencionado, de programas de ordenamiento ecológico territorial y como se argumentará después, se considera que la mejor vía para hacerlo será construyendo la gestión regional de la política ambiental.

²²En síntesis, la esencia del reto de la política sectorial sustentable para la RCM se precisa así: garantizar la disponibilidad de agua presente y futura mediante un manejo sustentable de la parte que le corresponde del ciclo hidrológico.

²³Con las variantes específicas dentro de cada región-CNA, es un buen indicador observar la gran convergencia en las estrategias de políticas de gestión del

No obstante, es necesario decir que este conjunto de estrategias es insuficiente para garantizar avances en la dirección para mejorar la sustentación de los sistemas hídricos de la RCM, porque dependen directamente también del desempeño del sector forestal y del control de los procesos de cambio de uso del suelo.²⁴

sector, y se comparte toda la pertinencia de las siguientes orientaciones generales para la RCM:

- Control, aprovechamiento eficiente y saneamiento del agua superficial.
- Manejo sustentable del agua subterránea.
- Intensificar el reúso y la recarga de acuíferos.
- Manejo eficiente del agua y tratamiento en zonas urbanas.
- Impulso del cambio tecnológico en todo el sector primario, por ejemplo, tecnificar los sistemas de riego.
- Fallas institucionales por ausencia de autoridad regional.
- Mejora significativa del financiamiento de las actividades del sector.
- Fomento permanente de una cultura del agua.

²⁴ Por ello se propone una autoridad regional que realice la gestión e integre las competencias en suelo-forestal-agua-generación de desechos. Es muy difícil evaluar el impacto de las políticas de un sector en particular cuando se tiene una alta interdependencia en los procesos ambientales y una insuficiente coordinación de acciones, pues en un contexto así, de fuertes fallas institucionales, la identificación de causas por un bajo desempeño de uno puede ser atribuible a la *sincronización* de ineficiencias de los sectores restantes. Parece que esta situación paradójica y estructural está experimentando el sector hidráulico en la RCM: saldos negativos en los inventarios y en la calidad del recurso hídrico, con un reconocimiento explícito en los programas regionales de la CNA de la gran dificultad para revertir las tendencias ambientales, contra un buen desempeño institucional.

En consecuencia, la política ambiental para la RCM debe ser una política de Estado y debe construirse desde los espacios regionales. Es la vía que posibilitaría generar las certidumbres necesarias para concretar la planeación de largo plazo que requieren los procesos ambientales y asegurar pisos mínimos de recursos financieros mediante una programación multianual. Construir conjuntamente provisiones ante los impactos del cambio climático, ya que la RCM es una de las dos regiones más vulnerables frente a tal escenario. Los impactos de una decisión institucional de esta naturaleza son múltiples, tendría también efectos muy favorables en la generación de certidumbre vinculada con los derechos de propiedad, que incluye creación de mercados ambientales donde sean viables para los agentes.

Se considera que sólo en un marco de política ambiental específica podrían asegurarse montos de recursos programados para la creación de infraestructura hidráulica y de mantenimiento de la existente, que es indispensable para dar viabilidad a las estrategias que conformen una política de reasignación gradual de recursos hídricos, desde los usos de agua subterránea en la agricultura y la industria hacia los usos públicos; se estima que podrían desplazarse montos importantes de agua de la mejor calidad disponible para el consumo humano regional y localmente, entre 2 y 3 veces las demandas actuales por uso público si la reasignación es total.

Este es el potencial más grande que puede contribuir a asegurar una oferta de agua durante un periodo en el cual el sistema de asentamientos humanos de la RCM duplicara, o incluso triplicara, a las tasas actuales de uso. Sin duda es también prioritario eliminar las pérdidas en las redes de los sistemas de distribución del agua en las ciudades, pues vuelve en oferta disponible montos significativos pensando en recuperaciones promedio de 30 a 35 por ciento del abasto total, pero no es un componente con un peso dominante en una estrategia de este tipo.²⁵

²⁵Esta puede ser una vía para disminuir la vulnerabilidad de la RCM del recurso hídrico, pero su viabilidad depende fuertemente de la inversión en infraestructura que haga posible su reasignación. Desde una perspectiva mesorregional, puede afirmarse que el potencial hidrológico de la RCM no es bajo, más bien es suficiente para asegurar un desarrollo regional en el más largo plazo, siempre que se mejore la gestión sustentable del recurso y se construya un pacto de cesión de competencias para dar cuerpo a nuevas instituciones de gestión regional integral de sus sistemas ambientales. Construir una transición hacia esta institucionalidad regional significa actuar en congruencia con un hecho: es alta la vulnerabilidad y fuerte la interdependencia con las cuencas hidrológicas consideradas. Las disponibilidades y los usos del agua avalan tal afirmación.

DISPONIBILIDAD, USOS Y CALIDAD DE LOS RECURSOS FORESTALES Y LA BIODIVERSIDAD

Las montañas y los valles altos son las formaciones naturales que ocupan gran parte del espacio de esta área central del país. El clima, el suelo irregular y la altura de la región lo hacen propicio para zonas de bosques, aunque las masas forestales existentes no presentan una gran diversidad vegetal en general, pues dominan sólo los pinos y los encinos. Sin embargo, en dichas condiciones biogeográficas, los ecosistemas desarrollaron una gran variedad de ambas especies, al grado que se constituye hoy en el centro de diversidad de estas especies más importante a nivel mundial.²⁶

El peso relativo de la producción física forestal madeable de la RCM es bajo respecto del total nacional,²⁷ 9 por ciento en promedio entre 1995 y 2000; pero puede ser significativo el impacto ambiental de este volumen físico si el manejo del recurso está fuera de control; no hay información disponible sobre las condiciones de la tecnología de gestión de los bosques en la región para confirmarlo. Llama la atención porque la producción física aumentó en más del doble (120 por ciento), con una tasa de crecimiento

²⁶ Los bosques templados existentes en la RCM son de los más diversos del planeta, de 100 especies de pino conocidas, cuentan con al menos 55 y con 150 especies de encinos, de las cuales son endémicas 85 por ciento de las primeras y 70 por ciento de las segundas (Toledo *et al.*, 1993; Eccardi y Becerra, 1997).

²⁷ El peso en valor de la producción de la actividad forestal es más bajo aún, así lo muestra la participación relativa del sector primario, del cual es sólo una parte pequeña, de la RCM en el PIB nacional, cae de 1.5 a 0.9 por ciento entre 1980 y 2000 (véase series de PIB sectoriales en los anexos estadísticos). En términos de la pérdida creciente del potencial de servicios ambientales directos e indirectos y mayor vulnerabilidad para el desarrollo de la región, parecería ser que es mucho mayor este costo social ambiental que el valor que genera la actividad forestal. Éste representa un buen ejemplo de cómo regionalmente se tienen que tomar acciones decisivas de ordenamiento y cambio tecnológico en las actividades productivas.

anual promedio alta de 24 por ciento; el aumento ocurrió predominantemente en el Estado de México, y aunque ligero, también se presentó en el resto de los estados de la RCM. Si estas tendencias se mantienen, entonces se trataría de un problema altamente crítico.²⁸

El crecimiento poblacional y el agotamiento de suelos disponibles han contribuido a la expansión de la frontera agropecuaria hacia las áreas altas en detrimento de las masas forestales. Al contrario de la agricultura tecnificada y de grandes extensiones del noroeste, en la RCM dominan los cultivos de temporal basados en el minifundio.²⁹ Esta restricción estructural no es de ninguna manera favorable para los manejos sustentables, ni del suelo, ni de los recursos forestales y, por ende, de la preservación de las cuencas hidrológicas.³⁰

Difícil y difusa la separación entre la actividad forestal controlada e ilegal; el saldo neto sectorial es alta deforestación. Sin lugar a dudas, la gran presión deriva del encadenamiento causal asociado con la pérdida de recursos forestales que empieza por la deforestación, pasa por el cambio hacia otros usos y entra en fases posteriores hacia

²⁸Dicha conjetura se refuerza por los otros usos del suelo en la región. Se trata de una zona templada propicia para cultivos de temporal, y de hecho así ocurre, es la zona por excelencia de dos cultivos básicos de la agricultura mexicana: el maíz y el frijol. Aunque esta práctica agrícola se realiza predominantemente en los valles y en áreas con pendientes ligeras, existen usos de aprovechamiento de terrazas en las laderas de las montañas.

²⁹Los trabajos de V. Toledo sobre economía campesina ofrecen una excelente caracterización económica, social y cultural de esquemas productivos de esta naturaleza (v.gr. véase Toledo *et al.*, 2002).

³⁰Sin embargo, existen vías alternativas para impulsar una transición hacia reconversiones productivas regionalmente más sustentables. El programa Proders de la Semarnat, en su concepción original, es una muestra de acciones institucionales que apuntan en esa dirección; sería muy recomendable recuperar esta experiencia para impulsar el desarrollo regional sustentable en la RCM.

procesos de degradación en la calidad del suelo.³¹ Mientras tanto, en las áreas rurales los activadores que dominan los procesos de deforestación tienen componentes sociales (pobreza), institucionales (derechos de propiedad mal definidos y actividades ilegales) y económicos (programas de manejo del recurso deficientes y tecnologías muy tradicionales).³² Aquí las variantes que tienen los cambios de uso de suelo son diversas, la ruta pasa por las actividades agropecuarias hasta llegar a la degradación gradual de la calidad de los suelos y abandono por alta erosión. En el área rural de la RCM es muy claro el rezago tecnológico asociado con las economías de las comunidades llamadas *rurales* que coexisten con prácticas ganaderas extensivas dentro y en las proximidades donde se localiza la riqueza forestal, localizadas en la periferia externa de la RCM.

Actualmente, la deforestación persiste a ritmos muy elevados que ubican al país entre los primeros en el mundo; datos oficiales recientes reportan tasas anuales de deforestación arriba de las 500,000 hectáreas, 67,500 ha/año para la RCM. Se trata en realidad de tendencias estructurales cuyo antecedente histórico proviene de aquellas políticas públicas de varias décadas atrás, que en la confusión de *ganarle terreno a las selvas y a los bosques*, asociado con un falso progreso productivo, empujaron las prácti-

³¹En áreas próximas a la red de aglomeraciones urbanas, la presión demográfica es el principal motor que desencadena la destrucción de formaciones forestales y se expresa predominantemente como un causal económico. El alto plusvalor del suelo que inducen los asentamientos humanos en constante crecimiento compite, vorazmente, con el bajo potencial de generación de renta económica de las actividades productivas que pueden realizarse sustentablemente en las áreas forestales.

³²Una pista sobre esta aseveración muestra que cerca de la mitad de las causas de los incendios forestales es debido a quemas agropecuarias, le siguen fogatas por paseantes (20 por ciento) y cambios de uso del suelo (5.6 por ciento), principalmente; aunque el periodo es corto, los datos son muy indicativos (INE, 2000).

cas de desmonte. Posteriormente, en la decadencia de dichas políticas, aunque no esté documentado impecablemente, se sabía que tales prácticas estaban también fuertemente ligadas a los cambios de uso del suelo inducidos por la expansión de la frontera agrícola, ganadera y urbana. Con los datos disponibles sobre incendios³³ registrados, se realizó uno de los mejores estudios econométricos³⁴ para probar causalidades del nexo central entre deforestación-incendios, de él se identificaron patrones sistemáticos que permiten hacer las siguientes afirmaciones: 1) hay una tendencia al alza en el número de incendios y la superficie afectada para el periodo 1970-1998 a nivel nacional; 2) se observa una dinámica fuertemente diferenciada por estados, lo que sugiere la necesidad de políticas regionales específicas, la RCM tiene dos tendencias crecientes y su evaluación es de crítica; y 3) existe una asociación positiva entre pobreza, densidad de población rural y una mayor superficie forestal disponible con el número de incendios y la superficie afectada.³⁵

³³Aunque el incendio forestal no es un fenómeno nuevo, la evidencia empírica desde los años setenta parece confirmar tendencias crecientes en la mayoría de las regiones del país donde se localizan estos recursos. Hasta muy recientemente se ha empezado a reconocer que el principal instrumento de deforestación es el incendio. Territorialmente, aunque con sus diferentes intensidades regionales, la deforestación tiene expresiones en toda la escala de afectación de la masa forestal, desde la tradicional roza-tumba y quema hasta el desmonte extensivo y el ilegal. Por los patrones de incendios y la extensión de la superficie afectada, el tema se ha convertido en una gran preocupación no exenta de polémica, sobre todo por la relevancia que ha adquirido el acelerado proceso de deforestación en la rcm. La mayor parte de estas conflagraciones son consecuencia de quemadas llevadas a cabo con fines agrícolas o de pastoreo que se salen de control y están, por tanto, fuertemente correlacionadas con los ritmos estacionales y con la incidencia regional de estas actividades.

³⁴Se trata de un estudio que comprende las series históricas de incendios forestales y de superficie afectada más larga (1970-1998) para las 32 entidades federativas del país, muy buena representatividad en principio (Cespedes, 2000).

³⁵La primera variable capta el efecto de las presiones demográficas sobre las selvas y bosques junto con otras variables teóricamente relevantes que están

Con la excepción del estado de Morelos, el resto de las entidades de la RCM presentan situaciones críticas porque las tendencias son crecientes tanto en la superficie afectada como en el número de incendios (Distrito Federal, Hidalgo, Estado de México, Puebla y Tlaxcala. Cabe destacar que en esta situación crítica³⁶ se encuentran también las entidades federativas con mayor riqueza y diversidad biológica, varios de ellos circunvecinos a la RCM, por eso la gran relevancia de este resultado.³⁷

asociadas, como la pobreza; mientras que la segunda variable contiene el efecto de la frontera aún disponible para ampliar las tierras de uso agrícola y ganadero, y probablemente, la influencia de factores relacionados con la baja renta económica de bosques y selvas frente al costo de oportunidad que representa el uso agrícola y ganadero a través de la roza-tumba-quema y del pastoreo extensivo, condiciones de casi libre acceso, derechos de propiedad insuficientes o propiedad común no regulada, que favorecen a estas actividades. (En todo caso, el desarrollo económico parece ser una condición necesaria para preservar los bosques y selvas de México.)

³⁶En síntesis, se adelanta la tesis de que el tamaño de las presiones ambientales que genera la actividad antropogénica de la RCM se está expresando ya, ahora, bajo diversos mecanismos, en presiones también sobre los ecosistemas de los estados vecinos a la región que cuentan con alta biodiversidad. El alcance de esta fuerte interdependencia es otro elemento a favor del impulso urgente para la construcción de una gestión regional de los recursos naturales. Dicho brevemente, el desarrollo y el nivel de bienestar de la población de la RCM está encadenado a la preservación de los ecosistemas de estados como Veracruz, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Más temprano que tarde, a la conflictividad intrarregional se le sumará con mayor intensidad la interacción interregional descrita.

³⁷Prácticamente no existen muchos estudios integrales de las mesorregiones del país, y para bajar las estrategias nacionales al plano de un posible desarrollo regional sustentable se requiere que alguna institución los impulse. Esa podría ser una de las tareas iniciales para las nuevas instituciones de la RCM que se proponen realizar estudios regionales para dotar con fundamentos de calidad el diseño e instrumentación de las políticas propias para el espacio regional; serían estudios estratégicos sobre cambios de uso de suelo ligados a procesos económicos y sociales; estudios preventivos sobre los impactos para las actividades productivas que podrían derivar en escenarios de cambio climático; estudios que permitan documentar confiablemente el problema regional de: incendios-superficie afectada-deforestación-destrucción de hábitat-extinción de especies-pérdida de la biodiversidad, y otros más; realmente se tiene la convicción de que en México se desconoce mucho la dinámica en general de sus mesorregiones.

Cualquier modelo de gestión para las Áreas Naturales Protegidas (ANP) tendrá sentido sólo en el marco de los planes regionales y locales de ordenamiento ecológico y de la gestión regional de los sistemas ambientales como se propone.³⁸ Así también, es importante subsanar la falta de información ambiental detectada en la RCM dentro de las unidades administrativas encargadas de proveerla. Ejemplo de ello son los registros históricos de incendios y la inexistencia de programas de detección y prevención de los incendios forestales, cambios de uso de suelo, pérdida de la cobertura vegetal y desintegración de las comunidades naturales. Subsanar la inexistencia de mecanismos e instrumentos de monitoreo basados en tecnología de punta, como lo es la percepción remota, que permitieran cubrir fácilmente las áreas críticas de la RCM, sistemas de monitoreo preventivo probados ya en México.³⁹

GENERACIÓN Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS, Y LA SITUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

Los patrones de producción y consumo heredados tienen la característica de demandar volúmenes significativos de materiales y energía para transformarlos física y químicamente y, (por principio de conservación, se generan montos equivalentemente grandes, pero ahora como desechos) ese es el problema. Dado que se rebasan las capacidades de asimila-

³⁸ Argumentación en la misma dirección se encuentra en J. Carabias y G. Quadri (1995).

³⁹ María Teresa García y Rafael L. Valdivia, "Monitoreo para la prevención de incendios forestales, utilizando técnicas de percepción remota y GIS", en *Incendios forestales y agropecuarios*, UNAM-Semarnap, p. 78, México, 1999.

ción ambiental, cómo hacer un confinamiento temporal y ordenado, y finalmente, una dispersión de ese material de tal manera que se disminuya al mínimo la tensión que genera en las capacidades de carga sobre los ecosistemas.⁴⁰ Para cerrar el ciclo, de igual manera que en los ámbitos de la gestión ambiental del suelo, del agua y de los recursos forestales y la biodiversidad, el saldo neto también es muy desfavorable en el manejo de la multiplicidad de desechos de origen humano e industrial generados en la RCM, la información estadística de esta sección así lo evidencia.⁴¹ Dados los patrones de producción y de estilos de vida vigentes, en el corto y mediano plazo son las dinámicas de crecimiento en la actividad económica y de la población las que determinarán los volúmenes y tipos de desechos urbanos generados en la región. Con una capacidad para tratar entre 18 y 25 por ciento del total de las aguas residuales de origen urbana y un aparato de infraestructura de tratamiento que opera ineficientemente, 60 por ciento de la capacidad instalada en el promedio de la región, ciclo a ciclo se replican las tensiones ambientales por este manejo insustentable. Más aún, con el mayor volumen y densidad de población, y cuencas hidrológicas muy contaminadas, el diagnóstico es crítico, demanda de atención urgente por los gobiernos y la sociedad de la RCM. Para dar una idea adicional sobre el tamaño del déficit, se relativiza el gasto de las aguas residuales tratadas con

⁴⁰ Este es el desafío general de aspirar a crecientes niveles de vida, pero sin costos sociales que minen el potencial ambiental para el desarrollo regional futuro. A esto tiene que responder también el modelo de gestión regional sustentable que se construya para la RCM.

⁴¹ Entonces, en un contexto estructural de desbalances severos y déficit en la acumulación de inventarios ambientales (capital natural) ¿cómo esperar desempeños sectoriales positivos? Por eso se insiste, las entidades de la región no tienen manera de hacerlo independientemente, la vía está en la construcción de un pacto ambiental de largo plazo hacia dentro y hacia las vecindades inmediatas de la RCM.

respecto al tamaño de la población (miles de habitantes): el coeficiente oscila entre 2.75 y 0.022, realmente muy bajo; pero si comparamos los valores extremos de la RCM contra el más alto nacional (Aguascalientes, 2.75), la proporción es 125 más alto respecto de Hidalgo (0.022) y 3.3 comparado con el más alto de la RCM, Morelos con 0.802. Además, la magnitud de la contaminación biológica medida en demanda bioquímica de oxígeno (DBO) por año⁴² es muy alta en el Distrito Federal y el Estado de México; en promedio sólo 12 por ciento de tales cargas se remueve y cumple con la normatividad antes de ser descargado al medio natural.⁴³

Es patente el rezago de este tipo de tratamiento y por tanto, el incumplimiento generalizado de la normatividad ambiental. En ello destaca la red urbana en torno a la Ciudad de México y de la mayoría de las grandes ciudades de la región, que se han convertido en infractores ambientales sistemáticos, con el agravante de ser el mal ejemplo de manejo insustentable del recurso.⁴⁴

La generación de contaminantes que provienen de las actividades industriales interesa porque es más costoso el tratamiento de sus aguas residuales e imposible su eliminación o degradación total, por lo que suelen calificarse de aguas con degradación en su calidad, y la reutilización se

⁴²Parámetro indicativo del nivel de contaminación por carga orgánica.

⁴³Es importante resaltar el hecho de que las cifras expresadas incluyen las descargas de las industrias que están instaladas en zonas urbanas, y que al fluir a través de drenajes municipales no se pueden diferenciar de las descargas domésticas (CNA, 1999).

⁴⁴Muy bien regulado desde una perspectiva regional, las aguas residuales urbanas e industriales podrían ser uno de los campos de oportunidad para el sector privado. Los esquemas los tendría que precisar la nueva autoridad de gestión regional. Pero también, podría ser la instancia que hiciera las recomendaciones específicas para núcleos humanos medios y pequeños donde se podrían impulsar tecnologías alternativas o intermedias para el tratamiento de aguas residuales urbanas.

vuelve más limitada.⁴⁵ Cuando las industrias se establecen en zonas con baja disponibilidad de agua, como es el caso de una porción industrial considerable de la RCM, el resultado es ya conocido: sobreexplotación de acuíferos,⁴⁶ contaminación de cuencas hidrológicas y ecosistemas, y altos costos de oportunidad para el desarrollo futuro de la región. Este marco se refuerza si, además, se reconoce que en una buena porción de las empresas existentes la tecnología utilizada en los procesos industriales es poco eficiente en relación con el uso del agua; entonces, el diagnóstico se vuelve más severo, pues se hacen extracciones excesivas de este recurso y la producción de contaminantes no baja.

A pesar de que no se conocen confiablemente los inventarios de agua empleados por la industria, con la estadística que se ofrece se puede dimensionar este problema.⁴⁷ Entre los contaminantes más frecuentes están los ácidos, bases, grasas y aceites, metales pesados y los sólidos suspendidos totales. El tamaño de la contaminación biológica generada por sectores industriales de la economía es muy representativo de la distribución de las fuen-

⁴⁵Existen propuestas en el mundo que apuntan hacia la construcción de circuitos exclusivos para el manejo, tratamiento y reúso o disposición final de aguas residuales de origen industrial dentro de las áreas urbanas, nada conclusivo aún. El sentido es ganar economías de escala para hacerlo más atractivo para la inversión privada en infraestructura ambiental.

⁴⁶Por la naturaleza del uso industrial de agua, materia prima o parte de sus procesos, la calidad se vuelve un factor crucial, por lo que en las condiciones actuales la tendencia es sobreexplotar los mantos freáticos como fuente de abastecimiento regular, pues el aprovechamiento del agua superficial es muy costoso, 58 por ciento se clasifica como contaminada y 21 por ciento como fuertemente contaminada en la región.

⁴⁷Cabe hacer la aclaración de que no se conoce confiablemente el inventario total del consumo industrial de agua debido a la dificultad que implica la desagregación de los datos que contabilizan, de manera independiente, los diversos organismos públicos encargados de llevar su control. La Comisión Nacional del Agua sólo registra la oferta y las características de las descargas.

tes;⁴⁸ por monto de carga orgánica total nacional, 21.6 por ciento se genera en la RCM y de esa porción, 70 por ciento lo generan el Distrito Federal y el Estado de México.

El déficit de infraestructura ambiental es contundente, y el existente opera con un coeficiente de utilización de 0.74 en promedio regional. En este caso el pronóstico es más complejo porque la demanda depende de los niveles de actividad industrial futura.

Como en los otros rubros de generación de desechos, en el caso de los desechos sólidos el desafío es generar el mismo producto y bienestar con cada vez menos insumos materiales provenientes de la naturaleza; la tendencia de la práctica sustentable sería el control pleno sobre la recolección y disposición temporal o final, pero también *desmaterializar* las actividades humanas.

El nivel⁴⁹ y la composición⁵⁰ de estos desechos dependen de los patrones de consumo y niveles de ingreso, esto es, del nivel de desarrollo finalmente; por ejemplo, entre 1950 y 1994 en el Distrito Federal la porción de la basura no biodegradable se elevó de 5 a 41 por ciento, éste es un cambio significativo que ha implicado elevación de los costos de manejo al pasar de un desecho sólido, denso y casi completamente orgánico, a otro voluminoso y altamente no biodegradable.

⁴⁸Entre las industrias con mayor participación en la generación de carga orgánica están, la azucarera (53 por ciento); bebidas y la fabricación de alcohol (20 por ciento), y la petrolera, celulosa y papel, alimenticia, metálica básica y química con 5 por ciento cada una.

⁴⁹La generación total de basura urbana en México se estima en 30 millones de toneladas por año, con una aportación per cápita promedio de 329 kg/año; el Distrito Federal presenta valores ligeramente mayores, 365 kg/año/persona.

⁵⁰Aunque diferente para cada área urbana, la composición promedio nacional es: 53 por ciento basura orgánica, 14 por ciento papel y cartón, 6 por ciento vidrio, 4 por ciento plástico, 2 por ciento textiles, 3 por ciento hojalata y 18 por ciento restante materiales como madera, cuero, hule, envases de cartón encerado, trapo y fibras diversas.

También se aumentó la proporción de los residuos considerados peligrosos generados en las industrias, unidades médicas, laboratorios y veterinarias, así como cambios importantes debidos a los patrones de consumo familiar (gasas, algodones, productos químicos, insecticidas, residuos de pintura, aerosoles, pilas, solventes, ácidos y álcalis, aceites lubricantes, llantas y baterías usadas).⁵¹

Además del generalizado rezago nacional que se observa, en los estados existen disparidades en la dotación de infraestructura adecuada para la disposición final de desechos sólidos, y son muy escasos los rellenos sanitarios que cumplen la norma (NOM-083-ECOL). Para planear el largo plazo de la actividad, se recomienda que, en las reservas territoriales de la RCM se identifique un banco de sitios debidamente tipificados para el confinamiento final de estos desechos.⁵²

⁵¹Los estados de la rcm generan el 37 por ciento del total nacional, de este monto 75 por ciento es atribuible al Estado de México y el Distrito Federal, con los volúmenes por tipo de basura. Si proyectamos la generación de basura por crecimiento de la población, la tendencia de redistribución de los montos es interesante, ahora la participación del Distrito Federal caería significativamente en el total regional, Morelos y Tlaxcala casi doblarían su nivel de generación, Hidalgo y Puebla se mantiene y el Estado de México crece para convertirse en el mayor generador de basura con 59 por ciento del total de la RCM. Con esta información puede construirse una medida del tamaño potencial de los diferentes mercados de reciclaje de materiales, ámbito muy adecuado para la actividad empresarial a la cual se le debería crear un contexto muy favorable para su rápido desarrollo: estímulos fiscales, crédito amarrado a opciones tecnológicas certificadas (conviene advertir que para la atención del rezago en materia de aprovechamiento y disposición final, existen diferentes opciones tecnológicas: reciclaje de productos, fabricación de aglomerados y materiales para construcción, compostaje, relleno sanitario y generación de biogás).

⁵²Como se menciona al inicio del capítulo, la perspectiva del diagnóstico es a nivel mesorregional y el problema ambiental de la calidad del aire para la RCM es uno, esencialmente, reducido a las grandes urbes, en particular a la Ciudad de México y, en menor grado de severidad, a la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, por tanto, no se aborda con detalle. Simplemente se destaca que las acciones ambientales públicas y privadas para mejorar la calidad del aire de la ZMVM, que es la experiencia referencial para el valle de Toluca, sin duda que han tenido impactos positivos: abatimiento de los niveles de algunos contaminantes como mo-

En síntesis, mejorar los niveles de vida trae aparejado siempre el manejo adecuado de la generación de desechos de todo tipo, asimilables y no por los ecosistemas. Cuando las velocidades de generación exceden las capacidades naturales, se demandan inversiones en infraestructura ambiental, cuya función estratégica es proveer bienes y servicios ecológicos que la sociedad exige y que los propios sistemas naturales existentes ya no son capaces de ofrecer en plenitud, en buena medida, porque han sido alterados y rebasadas sus capacidades de carga, dilución y asimilación.⁵³

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

IMPLICACIONES DE POLÍTICA AMBIENTAL REGIONAL

Esencialmente hemos expuesto las bases para un esquema que propone una perspectiva de análisis que vincula los

nóxido de carbono, bióxidos de nitrógeno y azufre, y de ozono, que han influido en el descenso del número de días al año en que ocurren emergencias ambientales e inminente puesta en marcha de restricciones a la circulación de medios de transporte y del nivel de actividad industrial; donde no se observan descensos importantes es con las partículas suspendidas, las más peligrosas para la salud humana. Éste último es un problema complejo por la multicausalidad. No obstante, resta mucho por hacer. La consolidación de acciones programáticas e instrumentos incipientes de control y regulación, y económicos (impuestos) tienen denominadores comunes al resto de los elementos del medio ambiente estudiados, a saber, tecnológicos, estructurales de corte productivo y los asociados con los patrones de consumo, los del ámbito institucional, entre los más importantes.

⁵³En general, sin esa sustitución de capital natural por capital antropogénico (o físico), es de esperar la acumulación permanente de desechos que implican la agudización de problemas de salud pública, contaminación de suelos y cuerpos de agua, afectación severa de ecosistemas terrestres y acuáticos, alteraciones hidrológicas, pérdida de recursos naturales y riesgos por accidentes o contingencias. Por esta razón, ante la situación actual de significativo déficit acumulado se requieren inversiones urgentes en todos los frentes: 1) tratamiento de aguas residuales urbanas; 2) tratamiento de aguas residuales industriales; 3) manejo de residuos urbanos; 4) manejo de residuos industriales que requieren un tratamiento especial, incluyendo líquidos residuales; y 5) manejo de residuos biológico-infecciosos.

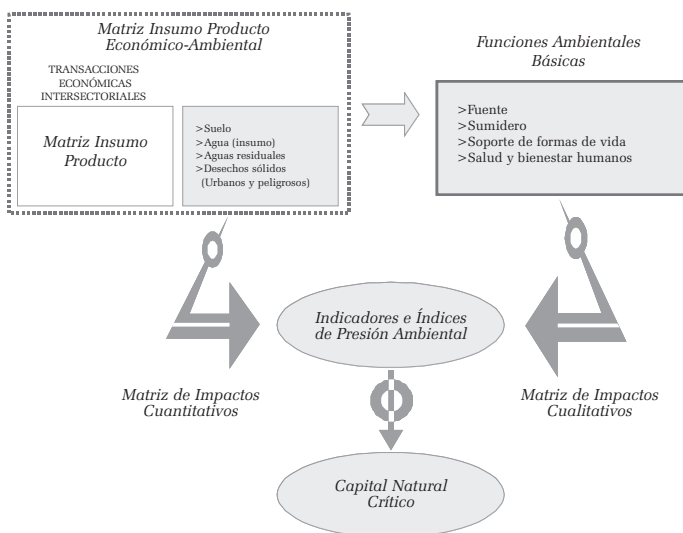
elementos de la triada: *Región-CNC-Planeación Ambiental*, como el núcleo a partir del cual se puede estructurar una visión de desarrollo regional sustentable (DRS). En esta visión, ahora el proceso general de acumulación de ser considerado como uno más integrado, donde están presentes varios circuitos de capital interdependientes, y que las fragilidades de uno de ellos deben resolverse ajustando la dinámica de los procesos conjuntos. Un claro ejemplo se encuentra en las prácticas productivas y de consumo de alto impacto ambiental que, de permanecer sin cambios, terminan degradando aceleradamente el CN y las pérdidas funcionales no tardan en aparecer, volviendo escaso al CN y, por ende, lo convierte en restricción severa para el desarrollo, el caso del agua para la RCM y el área Centro-Norte no es sólo para ilustrar, sino destacar los signos de alarma.

En este contexto, la interacción central entre un SER y sus SAR's se expresa mejor mediante la identificación de patrones descriptivos de transformación de CN-CA,⁵⁴ donde ahora hay otro factor limitante más, el CN; en sociedades en desarrollo ambos tipos de capital se vuelven restrictivos. Un tercer tipo de capital que *lubrica* esta interacción entre un sistema integrado de economía-ambiente, mejora la eficiencia y la seguridad jurídica al proceso de conversión CN-CA y se presenta bajo la forma del componente institucional y de la organización que lo hace viable en un marco cultural específico. Usualmente se le identifica como capital cultural, social o institucional (CS). Este es en realidad el motor de desarrollo visto desde la perspectiva de la interacción del CN-CA-CS, permite especificar el patrón de apropiación social del medio ambiente y sus modalidades re-

⁵⁴Esta categoría es de alguna manera resultado de la fusión entre el CN y el capital humano (CH); queda incorporado entonces el CH.

gionales. Por esta razón, la estrategia de DRS debe tener un enfoque analítico de corte estructural, que posibilite identificar y cuantificar el origen y los destinos de los impactos ambientales de las actividades de producción y consumo. Pero, además, este es el marco pertinente para consolidar la vía para la planeación ambiental regional. Sólo así podremos recuperar para el análisis la importancia crucial de los servicios (funciones) ambientales, donde sean más claras las bases para un sistema de evaluación sobre el estado funcional de los ecosistemas como soporte para la planeación ambiental. Este marco enriquece la estrategia bosquejada de inversión en CN, aporta el orden jerárquico a la planeación de la conservación, mantenimiento y usos sustentables del CN existente y disponible.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL
DESDE LA PERSPECTIVA DEL CNC



Fuente: Elaboración del autor.

Desde el punto de vista instrumental, este marco puede tomar cuerpo recuperando los modelos de insumo-producto, en los cuales existe ya una gran tradición de incorporar en su tratamiento a los problemas ambientales. Otra forma alternativa la ofrecen los modelos de equilibrio general computable, pero su empleo en México, para ambos, está muy restringido por la disponibilidad de información ambiental ligada a las actividades económicas principales. No obstante se hacen esfuerzos para superar estas limitaciones, esta propuesta es parte de un proyecto de investigación que apunta en esa dirección. Una parte complementaria sobre metodología de evaluación ambiental desde la perspectiva del CNC la propone (Groot, 1994: 151-168). El esquema sintetiza esta propuesta metodológica.

Tendencias y perspectivas ambientales de la RCM

Si alguna región del país ha sido históricamente insustentable en materia ambiental es la RCM. La acumulación del daño ambiental ha sido estructural, muy característico de patrones de desarrollo con fuertes rezagos tecnológicos, sociales e institucionales. Desde una perspectiva integral, la ubicación de la RCM es crítica por la intensidad de las presiones antropogénicas que genera sobre los sistemas ambientales propios y aledaños. Pero su indiscutible especificidad estratégica está en su ubicación geográfica, ocupa toda la frontera baja de transición entre las grandes bioregiones del país, neártica y neotropical, en esta última descansa la existencia de la basta biodiversidad de nuestro patrimonio natural. La RCM no puede planear su desarrollo en el largo plazo sin incluir en su destino a los estados aledaños; por ilustrar, la interdependencia en el caso del agua es crucial.

El potencial ambiental para el desarrollo se ha reducido severamente, la vulnerabilidad es alta y se requiere reconstruir sobre nuevas bases regionales una vía propia hacia un desarrollo sustentable. La herencia natural para la RCM es muy limitada, los saldos tendenciales son abiertamente desfavorables. En general se trata de una pérdida y degradación de su capital natural que tiene manifestaciones severas en: 1) la pérdida de la cobertura forestal y biodiversidad asociada, muy reducida ya, y la existente en situación de riesgo permanente, 2) degradación y pérdida de suelos y 3) cuencas hidrológicas degradadas con pérdida de su potencial hídrico. Cualquier escenario prospectivo sin cambios sustanciales en la concepción de políticas públicas y de participación de la sociedad, son trayectorias de desarrollo que implican costos sociales crecientes y más dependientes de los factores ambientales. Debido a que los recursos y servicios ambientales son prestaciones de la naturaleza dadas *in situ*, las políticas de desarrollo sustentable tienen en el espacio regional un ámbito natural para su concreción. Por ende, los agentes, las organizaciones y las instituciones regionales deben ser los únicos determinantes del tránsito hacia un desarrollo más sustentable ambientalmente.

Elementos para una estrategia de DRS

En los ámbitos de atención estratégicos, la creación de las fortalezas competitivas para un desarrollo sostenido de la RCM pasa por el diseño de una nueva institucionalidad regional. Con mayor razón esta conclusión se refuerza para la gestión ambiental de sus ecosistemas; se trata de problemas de escala mesorregional cuyas difusas fronteras no

reconocen límites jurídico-administrativos. Se ha argumentado que esta es una determinación real que debe estar en la base de un modelo de gestión regional del medio ambiente, que significará casi gestión *in situ*, porque involucra la acción local. Las cuatro tendencias analizadas, sobre el suelo, la cubierta vegetal, el agua y la generación de desechos, son críticas según los términos del diagnóstico anterior. Se trata de procesos estructurales con interdependencias fuertes con lo económico, social e institucional, que pese al desempeño de las instituciones del sector, no hay señales para afirmar que se estabilizan o revierten las tendencias ambientales destacadas para la RCM.

Lineamientos generales

La tesis desde la cual se deben interpretar los ámbitos de atención estratégicos, considera que los estados de la RCM no tienen posibilidades para resolver problemas ambientales de manera independiente, la vía está en la construcción de un pacto ambiental de largo plazo, hacia dentro y hacia las vecindades inmediatas de la RCM, que permita darle vida a la nueva institucionalidad para la gestión regional del ambiente. Para ello, los estados deben estar dispuestos a ceder competencias y darle cuerpo a este nuevo aparato institucional, se recomienda detonar este proceso constituyendo una Autoridad para la Gestión Regional que integre competencias en materia de suelo, forestal, agua y control de desechos; la plataforma de base podría partir de la experiencia operativa que ha acumulado CNA en los espacios regionales. La fundación de un marco institucional para la región puede inducir ambientes de mayor certidumbre sobre los derechos de propiedad y, por ende, favorecer la

creación de mercados ambientales regulados por la autoridad regional. En la base de toda política ambiental debe estar un Plan de Ordenamiento Ecológico, debe ser la norma y no la excepción, y el mejor marco para garantizar su elaboración es bajo este modelo de gestión regional.

Se considera que la planeación ambiental en México no opera, o es muy ineficiente porque no tiene en el plano regional instituciones que la impulsen. Incluso a esta escala regional habría mayores posibilidades de impulsar la planeación física de los recursos, cuyos saldos netos deben ser los referentes reales contra los cuales medir el impacto de las políticas públicas.

El modelo de gestión regional, con imprescindibles planes de ordenamiento ecológico, es el marco propicio para garantizar un manejo satisfactorio de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) dentro de la RCM. Sólo en una concepción así, puede integrarse las ANP y su entorno con el cual fincó sus interdependencias o vínculos a través de corredores biológicos, zonas de transición y amortiguamiento; la razón está en que las poblaciones aisladas en áreas naturales dispersas o altamente fragmentadas están condenadas a la extinción por no contar con la diversidad y densidad genética que requieren. Y son además, las interfases entre los ecosistemas y los sistemas productivos de la región.

Es también un contexto institucional favorable para la formación de fondos regionales para el financiamiento de proyectos ambientales públicos, privados y sociales en la RCM. Una estrategia de reasignación de recursos orientados al gasto defensivo que se trasladan gradualmente al gasto preventivo y de recuperación de capital natural, se vuelve más efectiva cuando va de la mano con los Planes de Ordenamiento Ecológico. Simplemente el ordenamiento del

espacio resuelve problemas de contingencias naturales como *avenidas*, inundaciones, etcétera, y se pueden generar ahorros de recursos que antes se destinarían para acciones correctivas.

La nueva autoridad regional de gestión ambiental construye la coordinación y la transversalidad regional y local de las políticas ambientales. Aprovechar la oportunidad de los procesos de descentralización y ser más activos fiscalmente, los gobiernos y la autoridad regional deben promover reformas fiscales en sus espacios que, manteniendo el volumen de recursos recaudado, sustituya fracciones de impuestos al ingreso, al valor agregado, al empleo y a la inversión, por impuestos ecológicos que sirvan para dar estabilidad a los fondos regionales. Así, pueden impulsarse modificaciones en los incentivos fiscales que oriente las decisiones de los agentes económicos en favor del desarrollo sustentable. En coordinación con las autoridades federales del sector ambiental, la autoridad regional debe desarrollar su sistema de información ambiental, desagregada al nivel que se requiera, con el objeto de tener manera de construir medios de diseño y evaluación de política pública y fortalecer las capacidades de planeación ambiental en la RCM.

Por lo antes expuesto, se imponen acciones regionales de política en la formación de capital humano en el ámbito ambiental, en todas sus vertientes: capacitación para la gestión gubernamental y de empresa, para la promoción y la educación ambiental para la sustentabilidad, para el impulso a la investigación ambiental regional y, entre otros más, la capacitación para el manejo racional de recursos naturales y la generación de sistemas regionales de información ambiental, aspecto crítico en México. Finalmente, sería también responsabilidad de la nueva autoridad para

la gestión regional del ambiente elaborar un estudio de zona sobre la estrategia de financiamiento del sector ambiental para la RCM.

BIBLIOGRAFÍA

- ARRIAGA, L. *et al.*, *Regiones terrestres prioritarias de México*, CONABIO, 2000.
- CARABIAS, J. y G. Quadri, *Áreas naturales: economía e instituciones*, Cuadernos de Trabajo núm. 3, INE-Semarnap, 1995.
- CESPEDES, *Ciudad de México: Respirando el Futuro*, Consejo Coordinador Empresarial, México, 1998.
- , *Competitividad y protección ambiental: iniciativa estratégica del sector industrial mexicano*, consejo coordinador Empresarial, México, 1999.
- , *Economía, instituciones y cambio climático: contexto y bases para una Estrategia Mexicana*, Consejo Coordinador Empresarial, México, 2000.
- , *Incendios forestales y deforestación en México: Una perspectiva analítica*, Consejo Coordinador Empresarial, México, 2000.
- , *Índice de sustentabilidad ambiental para las entidades federativas de México*, Consejo Coordinador Empresarial, México, 2001.
- , *Bosques y biodiversidad en riesgo*, Consejo Coordinador Empresarial, México, 2002.
- CNA, *Programa hidráulico 1995-2000*, 1995.
- , *Compendio básico del agua en México*, 1999.
- , *Programas hidrológicos regionales 2000-2006*, Regiones Administrativas IV, VIII, IX, X y XIII, 2000.
- CONABIO, *La diversidad biológica de México: estudio del país. México*, 1998.
- DALY, H. E, "Operationalizing sustainable development by investing in natural capital", en *Investing in Natural Capital* (1994),

- Jansson *et al.* (eds.), DDF, (1990), Programa Integral contra la Contaminación Atmosférica (PICCA), un compromiso común, 1994.
- DORIA, P., *Air quality in milan: a case study for protecting critical natural capital in italy* (Working Paper 8), Critinc project making sustainability operational: critical natural capital and the implications of a strong sustainability criterion critic, EU Environment and Climate RTD programme – theme 4: Human Dimensions of Environmental Change, 2000.
- EL SERAFY, S., “The proper calculation of income from depletable natural resources”, en Y. Ahmad, S. El Serafy y E. Lutz (eds.), *Environmental Accounting for Sustainable Development*, Washington, D. C., The World bank, 1988.
- ECCARDI, F. y R. Becerra, *México: primer lugar mundial en diversidad de pinos*, Ocelotl: 6, Pronatura, México, 1997.
- EKINS, P., *Sustainability and Critical Natural Capital: Conclusions From the Critinc Project* (Working Paper 14), Critinc project making sustainability operational: critical natural capital and the implications of a strong sustainability criterion critic, EU Environment and Climate RTD programme – theme 4: Human Dimensions of Environmental Change, 2000.
- y S. Simone, *Using the critinc framework for making an inventory of critical natural capital: the case of the uk* (Working Paper 7); Critinc project making sustainability operational: critical natural capital and the implications of a strong sustainability criterion critic, Human Dimensions of Environmental Change, 1999.
- GALLETTI, H., “Economía forestal, deforestación y libre comercio en el sureste de mexicano”, en Céspedes, *Desforestación en México, causas económicas; incidencia del comercio Internacional*, 2002.
- GARCÍA, María Teresa y Rafael L. Valdivia, “Monitoreo para la prevención de incendios forestales, utilizando técnicas de percepción remota y GIS”, en *Incendios forestales y agropecuarios*, UNAM-Semarnap, México, 1999, p. 78.

- GROOT, R. S., *Functions of Nature*, Wolters-Noordhoff, Groningen, Netherlands, 1992.
- , “Environmental Functions and the economic value of Natural systems”, en *Investing in Natural Capital*, 1994.
- HICKS, J. R., *Value and Capital*, 2a. ed. Oxford University Press, 1946.
- HYDE, W. G. Amacher y W. Magrath, “Deforestation and Forest Land Use: Theory, Evidence and Policy Implications”, en *The World Bank Research Observer*, núm. 2, vol. 11, agosto, 1996.
- INE-INEGI, *Uso de suelo y vegetación*, México, 1996.
- INE, *Programa de Áreas Naturales Protegidas*, México, 1996.
- , *Programa Nacional de Medio Ambiente 1995-2000*, 1996.
- , *Programa para la Minimización y Manejo Integral de Residuos Industriales Peligrosos en México 1996-2000*, 1996.
- , *Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000*, 1996.
- , *Programa de Conservación de Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural*, México, 1997.
- , *Inventario Nacional de Emisiones de Efecto de Invernadero con Cifras de 1990*, Dirección de Cambio Climático, Dirección General de Regulación Ambiental, 1996.
- , *Calidad del Aire en Cinco Ciudades Mexicanas: Ciudad Juárez, Guadalajara, Monterrey, Valle de Toluca y Valle de México*, 2000.
- , *Evaluación del desempeño ambiental: reporte 2000*, México, 2000.
- INEGI, VI. *Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal. Resultados Definitivos*, México, 1991.
- , *Información Estadística y Geográfica Municipal*, México, CIMA, 1994.
- , *Censos Económicos 1994. Resultados Definitivos*, México, 1995.
- , *Conteo de Población y Vivienda. Resultados Definitivos*, México, 1996.

- , *Estadísticas del Medio Ambiente*, t. 1, 1999.
- , *XII Censo de Población y Vivienda. Resultados Definitivos*, México, 2000.
- , *Sistema de Información Municipal*, México, varios años.
- , *Sistema de Cuentas Nacionales*, 1999.
- INEGI-SEMARNAP, *Estadísticas del Medio Ambiente*, México, 1997.
- INEGI-UNAM, *Inventario Forestal Nacional 2000*, México, 2001.
- INIFAP-CONABIO, *Mapa Edafológico*, México, 1995.
- JANSSON, A. et al., *Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability*, Island Press; International Society for Ecological Economics, 1994.
- O'CONNOR, M., *The Integrity of the Terroir: An Appraisal of the state of France's Critical Natural Capital* (Working paper 6), Critinc project making sustainability operational: critical natural capital and the implications of a strong sustainability criterion critinc), EU Environment and Climate RTD programme – theme 4: Human Dimensions of Environmental Change, 2000.
- PEARCE D. W. et al., *Economics of Natural resources and the Environment*, The Johns Hopkins, University Press, 1990.
- PERK VAN DER, J. et al., *Towards a Conceptual Framework to identify and operationalise Critical Natural Capital* (Working Paper 1B), Critinc project making sustainability operational: critical natural capital and the implications of a strong sustainability criterion critinc), EU Environment and Climate RTD programme – theme 4: Human Dimensions of Environmental Change, 2000.
- PERK VAN DER, J. y R. de Groot, *Towards a Method to estimate Critical Natural Capital An inventory of methods to determine critical natural capital in the Netherlands* (Working Paper 5), Critinc project making sustainability operational: critical natural capital and the implications of a strong sustainability criterion critinc), EU Environment and Climate RTD programme – theme 4: Human Dimensions of Environmental Change, 2000.

- SANDRINE, Simon S., *Rethinking conservation: the use of multi criteria appraisal methodology in river conservation* (Working Paper 9), Critinc project making sustainability operational: critical natural capital and the implications of a strong sustainability criterion critinc, EU Environment and Climate RTD programme theme 4: Human Dimensions of Environmental Change, 2000.
- SEMARNAP, *Programa para el Desarrollo Forestal*, México, 1996.
- , *Reporte Anual 2001*, México, 2002.
- SMA-DF, *Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México*, 1998 y 2000.
- TOLEDO, V. M. *et al.*, “The Biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats”, en Ramamoorthy, T. P., *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*, Londres, Oxford University Press, 1993.
- , *La modernización rural de México: Un análisis socioecológico*, INE-UNAM-SEMARNAT, disponible en <http://www.ine.gob.mx>, 2002.
- VELÁZQUEZ, A. *et al.*, “Estado Actual y Dinámica de los Recursos Forestales en México”, en *Biodiversitas*, marzo, núm. 41, CONABIO, 2002.
- WEF, *Environmental Sustainability Index*, 2001 y 2002.

La contaminación del agua y la necesidad de reformar el marco jurídico actual

José César Lima Cervantes

MARCO JURÍDICO CONSTITUCIONAL EN MATERIA DE AGUAS NACIONALES

El marco jurídico en materia de aguas nacionales, se puede dividir en tres partes para su estudio; una relativa al Control Administrativo, al Aspecto Fiscal y al Control Ecológico. Cada uno de estos conceptos encuentra su sustento jurídico en la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Así, la regulación administrativa se ubica en el artículo 28 Constitucional, la parte fiscal en la fracción IV, del artículo 31 y el aspecto relacionado con el cuidado del medio ambiente en los artículos 4 y 25, todos conjuntados al amparo del artículo 27 de nuestra Carta Magna. En cuanto a la regulación legal, el aspecto fiscal se encuentra en la *Ley Federal de Derechos*, el Administrativo en la *Ley de Aguas Nacionales* y el ecológico ha sido recogido por estos dos ordenamientos; sin embargo, tienen su base principal en la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente* (LGEEPA).

En lo que corresponde al aspecto administrativo el párrafo décimo del artículo 28 Constitucional, establece

que el “Estado, sujetándose a las leyes, podrá en caso de interés, concesionar la prestación de servicios públicos o la explotación, uso y aprovechamiento de bienes de dominio de la Federación, salvo las excepciones que las mismas prevengan”.

El fundamento constitucional para la imposición de las contribuciones se encuentra en la fracción IV, del artículo 31 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la cual establece la obligación de los mexicanos de contribuir para los gastos públicos; de la Federación, como del Distrito Federal o del Estado y Municipio en que residan; de la manera proporcional y equitativa que dispongan las leyes. De acuerdo con el proceso legislativo establecido en el artículo 72 de la Constitución Política la formación de las leyes o decretos puede comenzar indistintamente en cualquiera de las dos Cámaras, sin embargo, tratándose de contribuciones o impuestos, el inciso h) del artículo comentado dispone que deberán discutirse primero en la Cámara de Diputados. En cuanto al aspecto del medio ambiente, el párrafo cuarto, del artículo 4 Constitucional establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. Por su parte el artículo 25 Constitucional, en su párrafo sexto establece que el Estado, bajo criterios de equidad social y productividad apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Para efectos de la regulación en materia de aguas nacionales, los principios de estos artículos se relacionan con los del artículo 27 de la Constitución Federal, que establece la propiedad originaria de las aguas nacionales,

específicamente en sus párrafos primero, quinto y sexto. En el párrafo primero del artículo mencionado se establece que:

La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.

Ahora bien, de conformidad con lo dispuesto en el párrafo quinto del artículo referido, son propiedad de la Nación las aguas que se enumeran y de acuerdo con el párrafo sexto del mismo numeral, este dominio de las aguas nacionales es inalienable e imprescriptible; y la explotación, uso o aprovechamiento por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas debe realizarse mediante concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes.

Continuando con los dispositivos constitucionales que regulan lo relativo al cuidado del medio ambiente, de conformidad con lo señalado en el artículo 73, fracción XXIX-G, el Congreso de la Unión tiene facultad para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico. Por otra parte, la fracción XVII, del artículo 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece la facultad del Congreso de la Unión, para dictar leyes, entre otras, sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal; por tanto, cualquier regulación

que se dicte al respecto por las legislaturas locales, contravendría el texto de la Constitución. Sin embargo, cabe manifestar que de conformidad con el inciso *a*), fracción III, del artículo 115 Constitucional, corresponde a los Municipios, con el concurso de los Estados cuando así fuera necesario y lo determinen las leyes, la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado. Con base en este dispositivo legal es obligación de los gobiernos de los Estados y Municipios, suministrar el agua potable a los centros de población, no obstante, el agua en estricto sentido corresponde a la Nación, por lo que su administración, cuidado y cobro es atribución del Gobierno Federal, en términos de la legislación vigente. Sobre este punto se tiene que distinguir lo que representa la prestación del servicio de suministro de agua y el depósito de la misma en las redes de alcantarillado, lo cual es responsabilidad de los gobiernos locales, a través de los Municipios, o en su caso gobiernos de los estados quienes a su vez se traducen en contribuyentes y obligados del gobierno federal por el agua que suministran a los centros de población.

Bajo esta consideración no está por demás aclarar que el suministro de agua por parte de municipios, así como las descargas de aguas residuales a las redes de drenaje y alcantarillado, no es materia del presente estudio, por lo que el uso de estos servicios se deberá entender con el gobierno local. De igual forma el uso de aguas nacionales debe efectuarse al amparo de la legislación federal, ya que en caso contrario se podría incurrir en infracciones a la Ley de Aguas Nacionales, lo que motivaría el pago de sanciones de carácter administrativo en el caso de que fuera un contribuyente que no estuviera exento del pago del derecho o en caso de que el usuario hubiera cubierto los derechos de manera equivocada al municipio, tendría

que cubrir los correspondientes a la Federación, con actualización y recargos y en su caso, las multas respectivas. Esto sin la posibilidad de que se consideren los pagos realizados al municipio, a cuenta de lo que se tuviera que enterar a la Federación. Por lo anterior, es indispensable distinguir entre la obligación local al municipio por los servicios de agua potable y alcantarillado, a diferencia del uso de aguas nacionales, así como de las descargas de aguas residuales a bienes de propiedad nacional a cargo del gobierno federal. Una vez fijado lo anterior procederemos al análisis histórico del uso del agua y la regulación existente únicamente en el aspecto de las descargas de aguas residuales.

ANTECEDENTES

El agua ha sido tema de polémica desde la antigüedad, los filósofos griegos la relacionaron con los elementos esenciales de la vida, y siempre estuvo en el centro de sus discusiones; las principales civilizaciones, como China, Siria, Persa, Egiptia, Inca, Azteca, se establecieron al lado de fuentes abundantes del recurso, donde su vida giraba alrededor del agua, en virtud de que era su principal fuente de abastecimiento para su subsistencia; nosotros somos agua y es claro que el agua es el origen de la vida. Con el advenimiento de la revolución industrial, surgieron nuevas formas de producción, se crearon nuevos materiales que la naturaleza no pudo asimilar y las aguas se vieron afectadas por el fenómeno creciente de la contaminación; de igual forma, el excesivo crecimiento poblacional originó que las fuentes de agua disponibles se contaminaran y agotaran rápidamente. El análisis de la contaminación del

agua no es nuevo, Santa Teresa (1515-1582) al referirse a las cuestiones espirituales hizo una comparación con el agua. En su obra, la Santa, presenta al agua como un tema importante, y se encuentra expresada con símiles y comparaciones.

Para hacer la diferencia entre la hermosura de la humanidad de Cristo y la pobre humanidad, recurre a la comparación del agua muy clara que corre sobre el cristal y reverbera en el sol, turbia y con gran nublado y corre por encima de la tierra. La visión del infierno la presenta por medio de la imagen agua-lodo, y le añade una nota olfativa: "...el suelo (del infierno) me pareció de un agua como de lodo muy sucio y de pestilencial olor".

Santa Teresa habla de las propiedades del agua, una es que enfría, la segunda es que limpia cosas no limpias, la tercera que harta y quita la sed. También explica que el exceso de agua corta la vida "si nos sobra nos acaba la vida, si del todo nos falta nos mata." El agua como bebida es imprescindible porque "sin gota de esta agua, ¿cómo se pasará camino a donde hay tantos con quien pelear? Esta claro que al mejor tiempo morirán de sed" (Andueza, 1985: 216). En el caso de la regulación, se incluyeron diversas leyes desde la Época Colonial, para el presente análisis es conveniente por citar brevemente los ordenamientos emitidos por los españoles para llegar a los antecedentes directos de las descargas de aguas residuales, que se dan en la segunda mitad del siglo XX. Cabe destacar que para esta parte se hace referencia a un sólo libro que es el estudio realizado por Lanz Cárdenas en lo relativo a la legislación en materia de aguas nacionales. Esta compilación es la más completa en cuanto a los antecedentes legales hidráulicos y difícilmente se podrá encontrar un documento que centre la información contenida en esa obra.

Recopilación de las leyes de Indias (1680)

1. Ley Ia., Título V, Libro IV. Que las tierras y provincias, que se eligieren para poblar, tengan las calidades, que se declara.

Dentro de esta ley se establece que las nuevas poblaciones deben tener abundante agua de buena calidad para beber, así como para regar. De esta ley se desprende que debe existir agua suficiente y de buena calidad para satisfacer las necesidades de los nuevos pobladores (Don Felipe II en Ordenanzas 34, 35 y 36 de Poblaciones).

2. Ley IIIa., Título VII, Libro IV. Que el terreno y cercanía sea abundante y sano.

Esta ley establece que los lugares para poblar contengan aguas dulces y que se encuentren apartados de lagunas y pantanos, además que no haya corrupción del agua (Ordenanza III).

3. Ley Va. Título VII, Libro IV. Que se procure fundar cerca de los Ríos, y allí los oficios, que causan inmundicias.

Por la importancia de esta Ley nos permitimos transcribirla:

Porque será de mucha conveniencia, que se funden los pueblos cerca de ríos navegables, para que tengan mejor trajín y comercio, como los marítimos. Ordenamos, que así se funden, si el sitio lo permitiere, y que los solares para Carnicerías, Pescaderías, Tenerías, y otras Oficinas, que causan inmundicias, y mal olor, se procuren poner hacía el río o mar, para que con más limpieza y sanidad se conserven las poblaciones (Ordenanzas 122 y 123).

Aquí se reconoce que los residuos de ciertas actividades provocan mal olor y ensucian el ambiente y que el medio para deshacerse de estas inmundicias debe ser por medio de los ríos.

Novísima recopilación de las leyes de España (1805)

1. Ley VIII, Título XXX, Libro VII. Prohibición de echar en los ríos cosa ponzoñosa, con que se mate ó amortigüe el pescado.

Prohibimos, que de aquí en adelante ninguna persona, de cualquier estado y condición que sea, eche en los ríos cebos de cal viva, ni veneno, ni beleños, ni torvisco, ni gordolobo, ni otra cosa ponzoñosa con que se mate ni amortigüe el pescado; cualquier persona que lo hiciere, por cada vez pague dos mil maraveís de pena, y sea desterrado de la ciudad, villa ó lugar do fuere vecino por medio año; y que la tercia parte de dicha pena sea para el denunciador, la otra para el Juez que lo sentenciare, la otra para nuestra Cámara.

Esta ley es sumamente importante, pues se reconoce el problema de la contaminación y de tirar desperdicios en los ríos.

*Reglamento general de las medidas de las aguas,
publicado en el año de 1761*

Con este reglamento se tiene el primer ordenamiento que regula de manera completa el agua, en virtud de que detalla la forma de entender el recurso, retomando lo concerniente a la legislación española, como de las Leyes de Indias. Resalta que únicamente al príncipe, le compete el

derecho de repartir el agua. De igual forma define elementos inherentes al agua y precisamente comienza con lo que es el río y señala que

el río, el torrente o arroyo, es una corriente de agua, que se recoge de las lluvias o nieves, y solamente corre por ciertos tiempos; es a saber, cuando se suelen aumentar las aguas de los ríos; divídase en público y privado; público es aquel, en el cual el derecho de pescar a todos es común; y privado aquel, en que por algún pacto o convenio suele tomarse ley, y en nada se difiere de los demás lugares asimismo privados.

También en el punto 37 reconoce las diversas calidades de aguas y establece que

...se deben elegir, las que fueren de más saludable temperie, lo que se reconoce, por su limpieza, y grato sabor a que añaden algunos, y por lo tocante a sus cualidades, observan que se atemperan a la cualidad de los álveos, por donde transitan, siendo nitrosas las que pasan por lugares de nitro, y aunque en lo subterráneo se origine dicha temperatura; no es ajeno decir, obrarse el mismo efecto, en los canales de la superficie de la tierra, cuando también concurre la misma circunstancia, de ser sus respaldos de distinta cualidad aunque extrínseca (Cárdenas y Trinidad, 1982).

Del surtimiento de aguas y provisiones de las mineras, título décimo tercero

Artículo 1. Mereciendo la primera atención el agua para beber en los reales y asientos de minas, ordeno y mando que se cuide muy particularmente de su conducción a ellos de la conservación de su origen, de la permanencia y limpieza de sus conductos, y de que no se use de la inficionada con partículas minerales.

Artículo 2. Prohíbo con el mayor rigor que de los desagües de las Minas y de los lavaderos de las Haciendas y Fundiciones, se echen las aguas a arroyos ó acueductos que las lleven a la población; y mando que se hayan de pasar por canales, o se extravíen de otra manera. Esta ordenanza establece el cuidado que se le debe dar al agua (Cárdenas y Trinidad, 1982).

BASES PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA REPÚBLICA
HASTA LA PROMULGACIÓN DE LA CONSTITUCIÓN
(22 DE ABRIL DE 1853)

El artículo I, establecía que habría cinco secretarios de Estado y conforme al artículo 3 al de fomento, colonización, industria y comercio, le asignan los caminos, canales y todas las vías de comunicación del territorio nacional. De igual forma le correspondía el desagüe de México y todas las obras concernientes al mismo (Cárdenas y Trinidad, 1982).

*Decreto sobre distribución de los ramos de la
administración pública en seis Secretarías de Estado
(febrero 23 de 1861)*

De conformidad con el artículo 1, se distribuyeron los ramos de la administración pública para su despacho entre seis secretarías, correspondiéndole la parte de aguas a la Secretaría de Estado y del Despacho de Fomento, puentes y canales así como el Desagüe de México (Cárdenas y Trinidad, 1982).

Decreto del gobierno reduciendo a cuatro las Secretarías de Estado (3 de abril de 1861)

Se modifica la denominación de la Secretaría de Estado y del despacho de fomento a la justicia, Fomento e Instrucción Pública.

Decreto del congreso restableciendo las seis Secretarías de Estado (12 de junio de 1861)

Decreto reduciendo de nuevo a cuatro las Secretarías de despacho (16 de diciembre de 1861)

Como se observa la regulación sobre el cuidado del agua no es nueva, ya que de alguna u otra manera ha existido regulación al respecto. Ahora bien, no fue sino a mediados del siglo pasado cuando el hombre empezó a tomar una verdadera conciencia del vital líquido, por lo que se tuvieron que expedir normas que regularan su uso, aprovechamiento y explotación. Para el caso de México y en particular para las aguas residuales, sus antecedentes aparecen en 1971 con la Ley Federal de Aguas y posteriormente con el Reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas con que se inicia un verdadero plan de acción, estableciendo tres etapas: la primera que se refiere al registro de los responsables de descarga de aguas residuales a cuerpos receptores de propiedad nacional; la segunda que exigía a los responsables de descarga dar cumplimiento a un plan de acción para el tratamiento de sus aguas residuales y la tercera etapa en el que la autoridad en coordinación con la Secretaría de Salud tendría que establecer las condiciones particulares de descarga en

función de las normas de calidad de los cuerpos receptores; asimismo otorgaba permisos en condiciones particulares de descarga. Cabe aclarar que este programa se sigue implementando a partir de otra norma que entró en vigor en 1997 y sin embargo el problema de las descargas no ha sido resuelto.

El establecimiento de condiciones particulares de descarga, a partir de 1983 fue atribución de la extinta SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología) y hasta 1992 devolvió esta atribución a la ahora Comisión Nacional del Agua (CNA) con base a la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, así como en la NOM-001-ECOL-1996 la cual derogó a las 44 NOM's que se habían emitido con base en la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente* a partir de 1988.

Actualmente el esquema básico para la prevención y control de la contaminación del agua, para consumo humano y para otros usos que puedan afectar la salud pública, y para la protección general del medio ambiente y los ecosistemas acuáticos, se sustenta en un conjunto de normas (NOM's) y estándares que deben ser emitidos por distintas dependencias, incluida la CNA, conforme al marco jurídico vigente, esto incluye NOM's relativas a la calidad del agua. Así tenemos una normatividad bastante amplia para el control de las descargas de aguas residuales:

1. Las disposiciones de la Ley General de Salud las NOM's relativas que compete expedir a la Secretaría de Salud.
2. Los criterios ecológicos de calidad del agua emitidos conforme a la LGEEPA.
3. Los parámetros y límites máximos permisibles que deben cumplir las descargas a cuerpos receptores conforme al uso a que estén destinados y en función de las

metas de calidad del agua que se deriven de las Declaratorias de Clasificación de Cuerpos Receptores, que emita y publique la CNA en términos de Ley de Aguas Nacionales.

4. El establecimiento de condiciones particulares de descarga por parte de la CNA, las cuales forman parte integral de los permisos de descarga que expide la propia CNA y que son el resultado de considerar la NOM aplicable y la clasificación del cuerpo receptor.

Las emisión de condiciones particulares de descarga por parte de los municipios o de los organismos encargados de los servicios municipales de agua potable, alcantarillado y saneamiento conforme a lo dispuesto en la LGEEPA para descargas que se vierten a las redes de alcantarillado municipal. En consecuencia, el impacto en la normatividad para la preservación y control de la contaminación del agua dependerá de los límites impuestos por las Normas Oficiales Mexicanas y la clasificación de los cuerpos de agua, mientras que el avance en la aplicación de las mismas dependerá del avance del sistema de permisos, tal que haga expedito su trámite de otorgamiento en la atención de los responsables de descarga de aguas residuales.

ANÁLISIS VIGENTE

En la actualidad, el sistema jurídico mexicano, relativo a las aguas nacionales, tiene su base estructural en dos leyes, la Ley Federal de Derechos, así como la Ley de Aguas Nacionales, ésta con su reglamento. En el caso de la Ley Federal de Derechos, es un ordenamiento de carácter fiscal que se encarga de establecer las distintas cuotas por el uso,

aprovechamiento, o explotación de los bienes nacionales, dentro de los cuales se encuentra el relativo al uso o aprovechamiento de los bienes del dominio público de la nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales, esto es, el pago que se realiza a la federación por descargar el agua residual, proveniente de las distintas actividades, también esta ley cuenta con mecanismos orientados a exentar del pago a los usuarios que depositen el agua con cierta calidad, de acuerdo con el uso inmediato posterior, esto sin que se tenga que verter el agua con la calidad que fue tomada, de igual forma, el esquema relativo a las descargas de aguas residuales exenta del pago del derecho a los usuarios que depositen el agua residual cumpliendo con los parámetros establecidos en la Ley.

Ante estas consideraciones nos encontramos con un instrumento económico, como lo es el mecanismo normativo de carácter fiscal, mediante el cual las personas asumen los beneficios y costos ambientales que generan sus actividades, incentivándolas para realizar acciones en favor del ambiente. Cabe aclarar que los instrumentos económicos se encuentran permitidos en la propia Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, conforme a los artículos 21 y 22. De acuerdo con lo anterior, la Ley Federal de Derechos, es una ley que por sí misma no busca como fin último la recaudación de una contribución, ya que independientemente del uso del bien nacional, se incentiva el cuidado y protección del medio ambiente por medio de las exenciones.

En el caso de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, es una ley de carácter administrativo, en la cual se establecen las bases para el manejo de las aguas de propie-

dad nacional. Así desde el primer artículo de la ley, se establece como objetivo primordial la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. La misma situación se establece en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, siendo ésta una ley concurrente con respecto a la legislación existente, esto es, una línea de conducta para el resto de la normatividad en la que se sientan las bases para el desarrollo sustentable, a través del aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales. Es importante que analicemos los antecedentes de la Ley Federal de Derechos, en lo relativo a las descargas de aguas residuales, motivo por el cual iniciaremos con el esquema implantado en 1991, así, en primer término nos referiremos a la naturaleza, propósitos y estructura; en segundo lugar se comenta la estrategia para su implantación y los principales problemas que se han detectado para su aplicación; y por último se describen los principales resultados que se han obtenido con la aplicación de este derecho.

NATURALEZA, PROPÓSITOS Y ESTRUCTURA DEL DERECHO POR DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES

El derecho por uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales, que en forma simplificada denominamos *derecho por descargas de aguas residuales*, es resultado del reconocimiento por parte de la autoridad, de que el problema de la contaminación de los suelos y aguas del país ha alcanzado límites inadmisibles, y era necesario tomar medidas adicionales para controlar la situación. Asimismo, revela el grado de concientización de

la población sobre esta problemática y su disposición a participar en lo que sea necesario para su control, al hablar de población, la referencia no es exclusiva a los grupos ecologistas, ni a los profesionales del agua, pues también se incorporan los grandes sectores de la sociedad que han descubierto, por experiencia propia, lo que es vivir con acuíferos contaminados, o en las riberas de cauces de agua convertidos en drenes a cielo abierto y en general en un medio ambiente degradado por impropia disposición de los residuos contaminantes.

Por ello, con el propósito de avanzar de manera acelerada en los objetivos de preservación y mejoramiento de la calidad del agua, a iniciativa del Ejecutivo, el Congreso de la Unión, aprobó una adición a la Ley Federal de Derechos, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 26 de diciembre de 1990, con el fin de incluir un derecho por descargas de aguas residuales, cuyo objetivo fundamental es el de inducir su tratamiento para preservar la calidad del agua. Este derecho gravó a todas aquellas personas físicas o morales, que descarguen en forma permanente, intermitente o fortuita aguas residuales por encima de las concentraciones máximas permisibles, en bienes del dominio público de la nación; esta hipótesis general se desglosa en tres supuestos:¹

- 1) Las descargas que no cumplan los parámetros permisibles de concentración de demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos suspendidos totales (SST) contenidos en sus condiciones particulares de descarga o a falta de estas en su norma técnica ecológica, se gravarán por el volumen descargado y el exceso de DQO y

¹Es importante destacar que este esquema se encontró vigente hasta el 31 de diciembre de 1995.

SST. Si la norma ecológica aplicable no establece DQO y/o SST, se tomará como referencia DQO=300 mg/l y/o SST = 30 mg/l.

2) Las descargas que cumplan con los parámetros permisibles de concentración de DQO y SST, e incumplan por lo menos uno de los demás parámetros establecidos en su norma técnica ecológica o sus condiciones particulares de descarga, se grabarán con base en el volumen.

3) Las descargas realizadas donde no se haya expedido norma técnica ecológica o condiciones particulares de descarga, pero rebasen 300 y 30 miligramos por litro de DQO y SST respectivamente, se grabarán por el volumen descargado y por la concentración de DQO y SST que exceda estos últimos.

Además, se estableció en la ley un régimen denominado convencionalmente *simplificado*, que permitía, a los contribuyentes cuyas descargas fueran menores a 3,000 m³ al mes, optar por el pago de una tarifa única según la zona de disponibilidad donde se efectúe la descarga, sin necesidad de efectuar las mediciones de contaminantes.

No estaban obligados al pago del derecho por descargas:

- Los contribuyentes que cumplan con todos los parámetros establecidos en las condiciones particulares de descarga o a falta de éstas en la norma ecológica aplicable.
- Los contribuyentes que cumplan con las concentraciones máximas permisibles señaladas en la ley siempre y cuando no se hayan fijado condiciones particulares de descarga, ni existan normas técnicas ecológicas.

- Quienes descargaran aguas residuales a redes de drenaje o alcantarillado que no sean bienes del dominio público de la nación.
- Quienes vertieran agua residual a la fuente de donde originalmente se realizó la extracción, siempre que tengan el certificado que expedirá la CNA en el que se precisará que no sufrió degradación en su calidad ni alteración de su temperatura.

Es importante señalar que el capítulo XIV de la Ley Federal de Derechos no constituye un ordenamiento ecológico, en tanto no pretende fijar las normas de calidad que deban cumplir los afluentes, ni fijar metas de calidad para los cuerpos de agua del país, labor que se deriva de la aplicación de la LGEEPA.

En otros términos, los responsables de las descargas deberán cumplir con lo previsto en esta última, independientemente de que efectúen el pago del derecho de descargas, principio que se establece expresamente en el segundo párrafo del artículo 276 de la Ley Federal de Derechos.

Por otra parte, con el propósito de fomentar y apoyar la instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, se ofreció a los causantes del derecho de descargas, la posibilidad de no causar el derecho durante un plazo máximo de 24 meses, si demostraban a satisfacción de la CNA, que tenían en proceso la realización del proyecto constructivo o la ejecución de obras para el control de la calidad de sus descargas. Cabe señalar que por el análisis, autorización, supervisión y seguimiento del programa constructivo se debían pagar los derechos por la prestación de estos servicios. En cuanto a organismos operadores, la ley establece que el Departamento del Distrito Federal, los Estados, Municipios o entidades paraestatales que presten el servicio

de agua potable y alcantarillado podrían pagar el derecho de descargas aplicando la cuota que corresponda por m³ de agua descargada, en función de los porcentajes de aportación de descarga proveniente de actividades productivas que contenga el volumen total de la descarga y según la zona de disponibilidad en que se efectúe. En este sentido, la ley consideró tres rangos de aportación de descarga de actividades productivas: *a)* descargas con menos de 20 por ciento; *b)* entre 20 y 60 por ciento; *c)* más de 60 por ciento. En caso de que algún organismo operador optara por pagar con el sistema de cuota fija, previo se deberá registrar ante las gerencias estatales de la CNA los porcentajes de aportación de agua de origen productivo.

En lo que se refiere a este derecho es importante señalar dos aspectos: que entró en vigor el 1o. de octubre de 1991 y que no tuvo los resultados esperados, tan es así que en 1995 y 1996 el ejecutivo federal tuvo que emitir un decreto que otorgaba facilidades, tanto administrativas como fiscales, para regularizar a la mayoría de los usuarios, que no pagaron los derechos correspondientes, y por otra parte se volvieron irregulares en el cumplimiento de la normatividad administrativa, primero porque no contaban con los permisos para descargar y segundo incumplían con la normatividad administrativa, esto es, rebasaban el límite máximo de contaminantes. En términos generales el esquema previsto en la Ley Federal de Derechos era muy complicado, además no atendía a las cuestiones de calidad del agua, ya que sus cuotas se encontraban sustentadas en zonas de disponibilidad del agua, esto es en función de la abundancia o escasez del recurso, por lo que en 1996 se volvió a establecer un nuevo sistema que pretendía ser en función del costo de tratamiento.

Este nuevo esquema volvió a ser muy complicado además de que incrementó considerablemente el pago por descargar aguas residuales, lo que ocasionó que los usuarios no se encontrarán preparados económicamente para tratar las aguas residuales y no pagaran los derechos conforme a la ley.

No obstante, a que nos encontramos analizando la Ley Federal de Derechos, tenemos que pasar a uno de los instrumentos de control, con que cuenta la Ley de Aguas Nacionales, para las descargas de aguas residuales como lo constituye las Normas Oficiales Mexicanas. En términos de la LGEEPA, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, es quien emite las normas oficiales mexicanas en materia ambiental, para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, las que tienen aplicación en la jurisdicción que prevé la Ley de Aguas Nacionales, por el uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, tal es el caso de la NOM-001-ECOL-1996.

De acuerdo con lo anterior hablamos que tenemos tres instrumentos que regulan las descargas de aguas residuales, uno la Ley Federal de Derechos, dos la Ley de Aguas Nacionales y por último la NOM-001-ECOL-1996. Estos ordenamientos tratan de regular la contaminación de las aguas, y aquí es donde pasamos a la relación con la Ley Federal de Derechos, en la parte relativa a descargas de aguas residuales, ya que contiene los elementos esenciales de la NOM. Esto se confirma con la fecha de vigencia del nuevo esquema de la Ley Tributaria, 1o. de enero de 1997, mientras que la NOM, es del 6 de enero de 1997. Cabe resaltar que a partir de la puesta en vigor de dicha norma, la Ley Federal de Derechos se ha ido adecuando a lo establecido en ella, por ende las disposiciones contenidas en la ley son similares a las que se especifican en la NOM-001-

ECOL-1996. No obstante que la Ley Federal de Derechos estableció primero, oficialmente, los parámetros de las descargas, decimos que se tomaron de la NOM-001-ECOL-1996, por el proceso para su elaboración, ya que éste se inició previamente a la propuesta de reformar la Ley Federal de Derechos en lo relativo a las descargas de aguas residuales.

Lo que al principio pareció un esquema de unificación entre una norma tributaria y una regulación administrativa, dio como resultado una antinomia en los ordenamientos, esto es se trató de hacer una norma espejo, donde los usuarios al cumplir con un ordenamiento se les facilitara la aplicación del otro, situación que no aconteció y trajo efectos perversos.

En efecto, al recoger la Ley Federal de Derechos el esquema de la NOM-001-ECOL-1996, se indujo al error a los contribuyentes, ya que hasta antes de 1997 el principio de la ley era, *el que contamina paga*, pero con el actual esquema, al pagar, automáticamente los usuarios incumplen con la norma administrativa, lo que conlleva a que sean sancionados conforme a la Ley de Aguas Nacionales, puesto que si se paga se rebasan los parámetros de la misma NOM, lo que origina que la autoridad tenga que imponer las sanciones correspondientes, entre la que se encuentra la suspensión del proceso generador de la descarga, hasta en tanto no se cumpla con la NOM. A simple vista parecería muy sencillo el esquema establecido en la Ley Federal de Derechos, esto es al cumplir una sola norma se cumplen dos, pero estamos seguros de que las autoridades nunca vislumbraron esta situación de contradicción, esto es nadie establece un esquema de pago, si su aplicación trae aparejada una sanción y mucho menos donde es imposible recaudar derecho alguno.

Establecemos un esquema de pago para obtener ingresos, pero como se supone que el objetivo de la Ley Federal de Derechos, en la parte relativa a descargas de aguas residuales, no se encuentra orientado a recaudar, sino a proteger los cuerpos de agua de propiedad nacional, tendrían que existir los mecanismos para incentivar actividades que tiendan a mejorar la calidad de las descargas de aguas residuales. Esta situación sí se encuentra prevista en la Ley Federal de Derechos, pero resulta que tenemos una norma oficial mexicana, que tiene los mismos parámetros que la Ley Federal de Derechos y el problema se presenta cuando se le dice al usuario que pague porque rebaso los parámetros de ley, esto es de la Ley Federal de Derechos y por otra parte al haber cubierto su contribución, ha incurrido en una irregularidad administrativa. Para entender lo anterior, retomemos lo que son las Normas Oficiales Mexicanas, y sobre el particular se precisa que tiene su fundamento en la *Ley de Metrología y Normalización*. Sus objetivos son regular de manera técnica y específica la producción, venta o utilización de determinados bienes o servicios.

El fin que se persiguió al crear la NOM que nos ocupa fue el de proteger la calidad de las aguas y de los bienes nacionales usados como cuerpos receptores, así como posibilitar y regular el uso de estos últimos, y lograr que el agua tenga la calidad requerida para algún uso posterior. En la NOM, los cuerpos receptores se clasifican según su uso y autodepuración. Para ello, se han dividido en tres grupos A, B y C, los cuales se especifican en el artículo 278-A de la Ley Federal de Derechos. Esta clasificación se utiliza para el cálculo del monto del derecho. De igual forma se hace una clasificación de los contaminantes en tres grupos: a) básicos: grasas, aceites, materia flotante, sólidos sedimentables, suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno total, nitróge-

no total, fósforo total, temperatura y pH; b) patógenos, y parasitarios: coliformes fecales, huevos de helminto; c) metales pesados, cianuros: arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo, zinc.

Se establecieron plazos graduales para cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes, los cuales son los siguientes:

- 1o. de enero del 2000, para descargas municipales con rangos de población mayor a 50,000 habitantes y descargas no municipales con más de 3 toneladas por día de demanda bioquímica de oxígeno y/o sólidos suspendidos totales.
- 1o. de enero del 2005, para descargas municipales con rango de población de 20,001 a 50,000 habitantes y descargas no municipales con rango de 1.2 a 3 toneladas por día de demanda bioquímica de oxígeno y/o sólidos suspendidos totales.
- 1o. de enero del 2010, para descargas municipales con rango de población de 2,501 a 20,000 habitantes y descargas no municipales con menos de 1.2 toneladas por día de demanda bioquímica de oxígeno y/o sólidos suspendidos totales.

Una de las obligaciones más importantes establecidas para los usuarios en la NOM-001-ECOL-1996 es la de presentar programas para mejorar la calidad de las aguas residuales, en los siguientes plazos:

- 30 de junio de 1997, para descargas municipales con rangos de población mayor a 50,000 habitantes y descargas no municipales con más de 3 toneladas por día de demanda bioquímica de oxígeno y/o sólidos suspendidos totales.

- 31 de diciembre de 1998, para descargas municipales con rango de población de 20,001 a 50,000 habitantes y descargas no municipales con rango de 1.2 a 3 toneladas por día de demanda bioquímica de oxígeno y/o sólidos suspendidos totales.
- 31 de diciembre de 1999, para descargas municipales con rango de población de 2,501 a 20,000 habitantes y descargas no municipales con menos de 1.2 toneladas por día de demanda bioquímica de oxígeno y/o sólidos suspendidos totales.

Aquellos usuarios con descargas de aguas residuales que rebasen los límites máximos permisibles en cualquiera de los parámetros básicos, metales pesados y cianuros multiplicados por 5 para cuerpos receptores tipo B (ríos, uso público urbano), deben presentar el programa ante la Comisión Nacional del Agua en un plazo no mayor de 180 días naturales a partir de la NOM. Los usuarios deberán presentar, además, los avances de su programa, los muestreos y análisis de laboratorio de sus descargas y los resultados de los análisis de calidad del agua, todo esto ante la Comisión Nacional del Agua. La NOM, regula cuestiones técnicas, y no debería haberse referido a la Ley Federal de Derechos, en la parte relativa a descargas de aguas residuales. En virtud, de que en la Ley Federal de Derechos, se establece un esquema de pagos, que por cierto no se aplica. La misma situación acontece con el siguiente párrafo que dice lo siguiente:

En el caso de que el responsable de la descarga opte por cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM y que descargue una mejor calidad de agua residual que la establecida en esta Norma, puede gozar de los beneficios e incentivos que para tal efecto establece la Ley Federal de Derechos.

Se insiste, que este párrafo sale sobrando, ya que esta norma expedida por la entonces Secretaría de Medio Ambiente, no tenía ninguna atribución para obligar a los usuarios de cuerpos receptores por descargas de aguas residuales, para decirles que tienen algún beneficio de naturaleza fiscal.

Posteriormente viene otra parte que dice textualmente: “...Los responsables que no cumplan con esta especificación quedarán sujetos a la Ley Federal de Derechos.” La especificación es que no se deben descargar concentraciones de contaminantes mayores a las que descargó durante los últimos tres años o menos, si empezó a descargar posteriormente, de acuerdo con sus registros y/o con los informes presentados ante la Comisión Nacional del Agua. En el inciso 4) de las disposiciones transitorias de la NOM se establece otra contradicción en la Ley Federal de Derechos. Por una parte la Norma dice que si se establece una nueva instalación industrial, hay que notar que sólo dice industrial y no empresarial, tiene sólo 180 días para cumplir con la calidad de la descarga establecida en la NOM, y la Ley Federal no otorga un plazo de gracia, lo que significa que el usuario debe pagar. Aquí el punto es que no habría sanción administrativa, sin embargo no existe el correlativo para exentar del pago al usuario. Por otra parte, la norma se quedó corta, ya que nunca estableció parámetros de descargas para acuíferos, así como para suelos, lo cual ha quedado únicamente, como una cuestión de carácter fiscal, motivo por el cual es necesario revisar la norma en materia de descargas. Sobre este punto, la norma puede modificarse después de cinco años, lo cual se dio a partir de 2002. En el cuadro 1 se explica de manera precisa la evolución del esquema fiscal de descargas de aguas residuales, en el cuadro 2 se indica la Ley Federal de Derechos

Cuadro 1
EVOLUCIÓN DEL RÉGIMEN DE DESCARGAS

	<i>1992-1995</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>
Elementos para el cálculo del derecho	<ul style="list-style-type: none"> - Volumen descargado - Kg. de contaminante - Conforme a 4 zonas de disponibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Volumen - Kg de contaminante - Conforme a 3 tipos de cuerpos receptores 	<ul style="list-style-type: none"> - Volumen - Concentración promedio de contaminantes - Conforme a 3 tipos de cuerpos receptores
Cálculo del derecho	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar la concentración promedio mensual de DQO y SST en mg/lit - Restar para DQO 300 mg/lit y 30 mg/lit para SST - Convertir a kg 	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar la concentración promedio mensual de DQO y SST en mg/lit - Multiplicar por el factor de 0.001 de kg/m³ - Multiplicar los resultados por el volumen mensual descargado 	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminantes básicos, metales pesados y cianuros - Obtener la carga de contaminantes - Determinar el índice de incumplimiento - Seleccionar la cuota conforme al rango que le corresponda (tabla III) - Para los básicos el resultado se multiplica por un factor pH y coliformes fecales - Multiplicar volumen por cuota 0
Total por pagar	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar cuotas por volumen por el peso en kilogramos de DQO y SST - Sumar esos productos 	<ul style="list-style-type: none"> - El contaminante que resulte mayor entre el peso en kg de DQO dividido entre dos y el peso en kg. de los SST. 	<ul style="list-style-type: none"> - El monto del contaminante que resulte mayor de básicos, metales pesados y cianuros, pH y coliformes fecales

Fuente: Elaboración del autor.

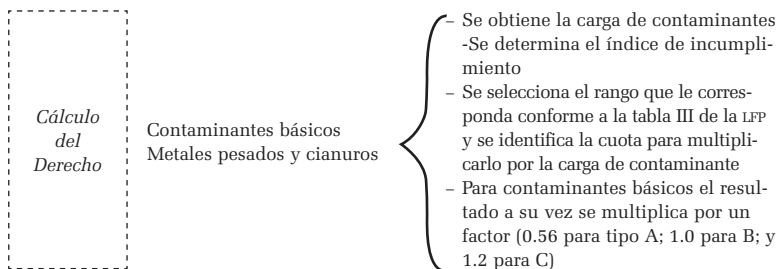
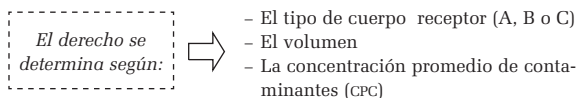
y en el cuadro 3 un ejemplo práctico de pago vigente a partir de 1997.

De acuerdo con lo señalado anteriormente, es importante tener una propuesta concreta por parte de la Ley Federal de Derechos para establecer un esquema por el volumen descargado. Esto es que el cobro del derecho por descargar agua se sustente en la cantidad de agua vertida, independientemente de la calidad que contenga, y la recaudación debe encontrarse en la Ley Fiscal y calculada con base en el volumen, sin considerar calidades. Esto implica un esque-

ma nuevo, donde se vean las situaciones en particular de las actividades productivas y de los organismos operadores que son los que descargan el mayor volumen.

Cuadro 2
CÁLCULO DEL DERECHO POR DESCARGAS

- Condiciones para ser causantes del derecho*
- Ser persona Física o Moral
 - Usuario de bienes de la Nación como cuerpos receptores de descargas
 - Descargar concentraciones de contaminantes superiores a la LFD



PH y Coliformes Fecales { - Se multiplica por cuota

Nota: La cantidad en pesos que resulte mayor será el total a pagar

Son Obligaciones Fiscales: Pagar el derecho de acuerdo con el procedimiento que establece la LFD

Incentivos

↓ Art. 282-C Descuentos, de 6 al 44 por ciento en el uso de aguas nacionales para quienes cuenten con planta de tratamiento y la calidad de sus descargas sea mejor a la establecida en la LFP, conforme al tipo de cuerpo receptor.

↓ Art. 282-A No pagarán derecho por descargas quienes presenten programa de acciones para mejorar sus descargas y lo cumplan en los plazos establecidos.

Fuente: Elaboración del autor.

Cuadro 3
CÁLCULO DEL DERECHO POR DESCARGAS

Situación: una industria descarga a un cuerpo receptor tipo A un volumen trimestral de 58.750 cm³ con una carga de contaminantes de 18mg/lt de grasas y aceites. 0.3mg/lt de arsénico, 4.42 unidades de potencial hidrógeno y 1.200 de nmp coliformes fecales.

Contaminantes básicos

(Grasas y Aceites)

$$CC/KG = 18.15 \times 0.001 \times 58.750$$

$$CC/KG = 176.25$$

$$IDI = (18-15) / 15$$

$$IDI = 0.2$$

$$MAP = 176.25 \times 0.94 \times 0.56$$

$$MAP = \$92.77$$



$$CC/KG = CPC.LMP \times 0.001 \times VD$$

$$IDI = (CPC - LMP) / LMP$$

$$MAP = CC / KG \times CA \times FTCCR$$

$$VD = 58.750$$

$$CPC = 18$$

$$LMP = 15$$

$$CA(IDI / 0.2) = 0.94$$

$$FTCCR (\text{tipo A}) = 0.58$$

Total por pagar: el que resulte mayor.

$$\$29,375.0D > \$1,468.75$$

$$\$1,468.75 > \$314.49$$

$$\$314.49 > \$92.77$$

$$\text{Total a pagar: } \$29,375.00$$

Metales pesados y cianuros

$$CC/KG = 0.3 - 0.2 \times 0.001 \times 58.750$$

$$CC/KG = 5.875$$

$$IDI = (0.3 - 0.2) / 0.2$$

$$IDI = 0.5$$

$$MAP = 5.875 \times 53.53$$

$$MAP = \$314.49$$



$$CC/KG = CPC-LMP \times 0.001 \times VD$$

$$IDI = (CPC - LMP) / LMP$$

$$MAP = CC / KG \times CA$$

$$VD = 58.750$$

$$CPC = 0.3$$

$$LMP = 0.2$$

$$CA = (IDI: 0.5) = 53.53$$

Tabla de Valores

CA = Cuota Aplicable

CC = Carga de Contaminantes

CPC = Concentración

Promedio de Contaminantes

FTCCR = Factor por Tipo de

Cuerpo Receptor

IDI = Índice de Incumplimiento

KG = Kilogramo

LMP = Límite Máximo

Permissible

MAP = Monto a Pagar del

Derecho

NMP = Número más Probable

VD = Volumen Descargado

Potencial hidrógeno (pH)

$$CPC = 4.42 \therefore CPC < LMP$$

$$MAP = 58.750 \times 0.025$$

$$MAP = \$1,468.75$$



$$MAP = VD \times CA$$

$$CPC = 4.42$$

$$LMP = 5 \text{ Unidades}$$

$$VD = 58,750$$

$$CA = (<de5 -4) = 0.025$$

Coliformes fecales

$$CPC = 1,200 \therefore CPC > LMP$$

$$MAP = 58,75 \times 0.50$$

$$MAP = \$29,375.00$$



$$MAP = V$$

$$MAP = VD \times CA$$

$$CPC = 1,200$$

$$LMP = 1,000$$

$$VD = 58,750$$

$$CA = (\text{tipo A}) = 0.50$$

Fuente: Elaboración del autor.

CONCLUSIONES

El marco jurídico en materia de aguas nacionales se puede analizar desde tres aspectos: ecológico, administrativo y fiscal; todos estos puntos tienen su base en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Se debe distinguir entre la administración de las aguas nacionales, que corresponde a la Federación y el servicio de agua potable y alcantarillado, que es una obligación de los municipios de conformidad con el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

El tema de la contaminación del agua ya había sido tratado a largo de la historia y ha existido regulación al respecto en el caso de México. Son dos ordenamientos que regulan lo relativo a las descargas de aguas residuales, uno la Ley Federal de Derechos, en la parte fiscal y otro la Ley de Aguas Nacionales en la parte administrativa, que sanciona el incumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas.

La Ley Federal de Derechos establece un cobro, por descargas de aguas residuales, considerando el tipo de cuerpo receptor, por rebasar los límites máximos permisibles, de acuerdo con el volumen descargado. Este derecho, es imposible de cobrar, ya que el hecho de pagar implica un incumplimiento a la NOM-001-ECOL-1996, en virtud de que tiene casi los mismos parámetros de la Ley Federal de Derechos. La NOM-001-ECOL-1996, pretende ser precisa en cuanto a los alcances de la Ley Federal de Derechos, en la parte de descargas de aguas residuales, sin embargo dicha norma invade una esfera que le corresponde al Congreso de la Unión. Además la norma debe revisarse para cumplir con su objetivo, que es la de sanear los cuerpos receptores.

Debe haber un esquema fiscal sencillo sustentado en el volumen de agua residual descargada. Este esquema debe

ser en función del volumen de agua residual descargada, independientemente de la calidad de contaminantes, ya que dicha calidad debe encontrarse en la norma ecológica, para ser sancionada, en caso de incumplimiento en términos de la Ley de Aguas Nacionales.

BIBLIOGRAFÍA

ANDUEZA, María, *Agua y luz en Santa Teresa*, IV Centenario de la muerte de Santa Teresa, 1582-1982, Primera Edición, UNAM, México, Instituto de Investigaciones Filológicas, 1985.

CÁRDENAS, Lanz y José Trinidad, *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 5 de febrero de 1917 y sus reformas*, 1982.

Ley de Aguas Nacionales, NOM-001-ECOL-1996, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 6 de enero de 1997.

Ley Federal de Derechos, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 31 de diciembre de 1981 y sus reformas.

Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 10. de julio de 1992 y sus reformas.

Ley General de Bienes Nacionales, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 8 de enero de 1982 y sus reformas.

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Disponibilidad natural de los recursos hídricos en México

Luis Felipe Sánchez Díaz

ANTECEDENTES

Considerando lo estipulado por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el Desarrollo Sustentable

es el proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social, tendiente a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, a partir de la aplicación de medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

En este sentido, el presente artículo, en su primera parte hace un breve análisis de la disponibilidad natural del agua en el país (no se considera lo inherente a las aguas residuales y su reuso). Posteriormente, y bajo el tópico del agua, se lleva a cabo una comparación a través de indicadores internacionales. Finaliza con una síntesis de la política hidráulica del país establecida para el 2001-2006 por

la Comisión Nacional del Agua (CNA) adscrita a la Secretaría del Medio Ambiente y de Recursos Naturales; así como con algunas conclusiones personales.

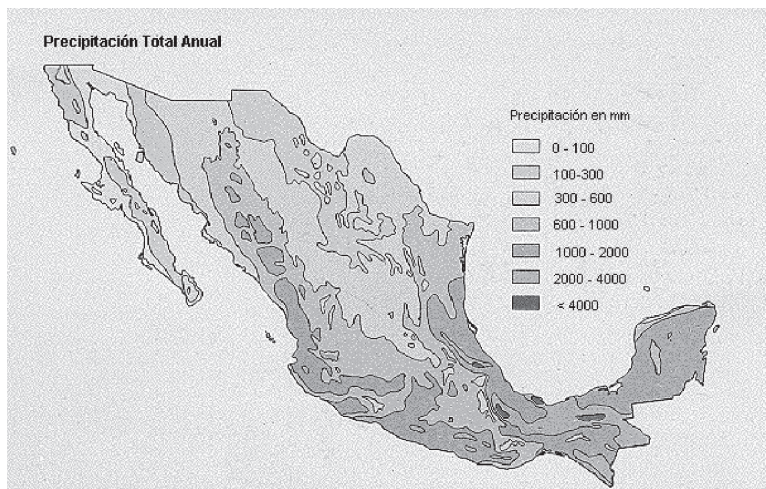
PRECIPITACIÓN

En vista de las condiciones climáticas del país, el régimen de lluvias de verano cubre el 66 por ciento de la porción centro-meridional de su superficie. El régimen intermedio cubre el 31 por ciento, principalmente en la frontera norte del país y hacia las zonas de mayor precipitación en el trópico mexicano. En tanto, sólo el 3 por ciento de la superficie continental tiene régimen de lluvias de invierno en la vertiente del Pacífico de la Península de Baja California. De los 772 mm de lluvia que en promedio ocurren anualmente en el territorio (véase figura 1), 67 por ciento acontece de junio a septiembre (véase figura 2), lo que dificulta su aprovechamiento, dado su carácter torrencial en la generalidad de los casos.

AGUAS SUPERFICIALES

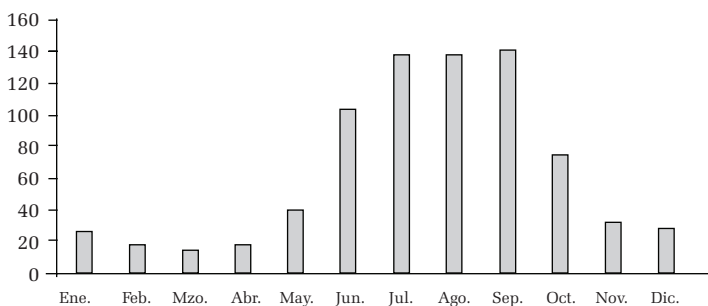
A lo largo del territorio mexicano se cuentan con 600 kilómetros de litoral, 1.5 millones de hectáreas de lagunas costeras y 2.9 millones de hectáreas de cuerpos de agua interiores. Por otra parte, las zonas de mayor escurrimiento (> 1000 mm/año) están ubicadas en el estado de Tabasco, norte de Chiapas y el sur de Veracruz (véase figura 3). Entre 200 y 1000 mm/año de escurrimiento, se tiene las zonas localizadas en la porción norte de Veracruz y las partes meridionales de Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Colima y

Figura 1
 PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL PROMEDIO, 1941-2001



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Dirección general de geografía, cartas de precipitación Total Anual escala 1: 1000000. México.

Figura 2
 PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL HISTÓRICA, 1941-2001
 (En mm)



Fuente: Elaboración del autor con base en la CNA, *Sistema Unificado de Información Básica del Agua*, 2003.

Figura 3
 ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES
 (En mm)



Fuente: INEGI, *El marco físico de México*, 2000.

Jalisco. Entre 100 y 200 mm/año de escurrimiento superficial se tiene en las zonas de la parte sur de Sonora, el estado de Sinaloa y la parte central de Jalisco. Las zonas con menos de 50 mm/año, están localizadas en Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, noroeste de Durango, norte de Zacatecas, norte de San Luis Potosí, Baja California, Baja California Sur, Yucatán y Quintana Roo (véase figura 3).

El escurrimiento natural promedio anual es de 397 km³(*) y la infraestructura hidráulica actual proporciona una capacidad de almacenamiento del orden de 150 km³. Esa infraestructura está constituida por 4,500 estructuras de control de distribución y suministro de agua, de las cuales, 840 están clasificadas como grandes presas (capacidad > 10 km³). Cabe señalar que el 85 por ciento del volumen

(*) Un kilómetros cúbico equivale a 1 x 10⁹ metros cúbicos o bien, 1 x 10¹² litros.

almacenado se localiza a no más de 500 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, 75 por ciento de la población vive a una mayor elevación. El agua superficial se utiliza en su mayor parte para generar electricidad (113 km³) en plantas termo e hidroeléctricas. No obstante, en vista de que esta agua vuelve a su cauce y se le puede dar otro uso, se considera que el sector eléctrico hace un consumo mínimo; por lo que el total del volumen se destina, principalmente, al uso agrícola (véase cuadro 1).

AGUAS SUBTERRÁNEAS

Se han definido cerca de 600 acuíferos en el país, de los cuales 450 se consideran de carácter regional por su exten-

Cuadro 1

PRINCIPALES USOS FUERA DEL CUERPO DE AGUA, USOS CONSUNTIVOS

País	Extracción total bruta de agua (km ³)	Usos (km ³)		
		Agropecuario	Abastecimiento público ^D	Industria ^C
Brasil	55	33.55	11.55	9.9
Canadá	45	4.05	4.95	36.0
China	526	405.02	26.3	94.68
Egipto	55	47.3	3.3	4.4
España	36	24.84	4.68	6.48
Estados Unidos de América	448	120.96	35.84	291.20
Francia	41	4.92	6.15	29.93
Indonesia	74	68.82	4.44	0.74
México ^D	73	56.94	9.49	6.57
Turquía	36	26.28	5.76	3.96

^CIncluye termoeléctricas.

^DDatos estimados al año 2001 por la CNA.

Fuente: Comisión Nacional del Agua, *Sistema Unificado de Información Básica del Agua*, 2003.

sión, capacidad e importancia. La recarga de los acuíferos se estima del orden de $75 \text{ km}^3/\text{año}$, de los cuales son aprovechados $28 \text{ km}^3/\text{año}$. De este último, aproximadamente 66 por ciento ($18.48 \text{ km}^3/\text{año}$) se destina al riego de una tercera parte de la superficie total en el país.

En cuanto al suministro de agua a las ciudades, alrededor del 70 por ciento proviene del subsuelo, con ello se abastecen aproximadamente 75 millones de personas (55 millones de los mayores centros urbanos y prácticamente 20 millones del medio rural). El agua subterránea se ha convertido en un elemento indispensable en el suministro a los diferentes usuarios, bien sea en las zonas áridas donde constituye la fuente de abastecimiento más importante y a menudo única o en las diferentes ciudades del territorio, las cuales han tenido que recurrir a ella para cubrir sus crecientes requerimientos de agua.

En el balance nacional de agua subterránea, la extracción equivale apenas a 37 por ciento de la recarga o volumen renovable. Sin embargo, este balance global no revela la crítica situación que prevalece en las regiones áridas, donde el balance es negativo y se está minando el almacenamiento subterráneo; mientras que en las porciones más lluviosas del país, de menor desarrollo, importantes cantidades de agua subterránea fluyen hacia los océanos sin ser aprovechadas. La presión sobre los acuíferos se incrementa debido a que, además de la extracción excesiva, los volúmenes de infiltración se reducen como resultado de la pérdida de zonas de recarga, a consecuencia de la deforestación y los cambios de uso de suelo.

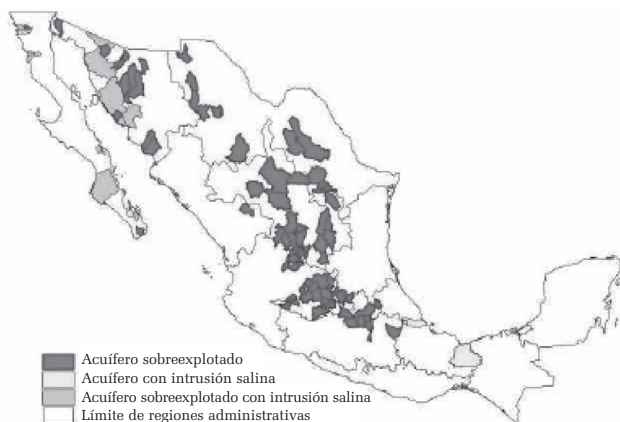
El problema de la explotación intensiva de los acuíferos del país es cada vez más grave; en 1975 eran 32 los acuíferos sobreexplotados, número que se elevó a 36 en 1981, a 80 en 1985 y a 96 en el año de 2000 (véase figura 4).

La explotación intensiva de los acuíferos ha generado diversos efectos colaterales, entre los que destacan: el agotamiento de manantiales, la afectación de pozos, la consolidación y agrietamiento del terreno, etcétera.

En diversas zonas de riego los niveles de agua subterránea se han profundizado decenas de metros, incrementando los costos de extracción, en vista de que se requieren motores más potentes y más consumo de energía, lo que encarece la producción de muchos cultivos tradicionales.

En el balance nacional de agua subterránea, la extracción equivale apenas a 37 por ciento de la recarga o volumen renovable. Sin embargo, este balance global no revela la crítica situación que prevalece en las regiones áridas, donde el balance es negativo y se está minando el almacenamiento subterráneo; mientras que en las porciones más

Figura 4
CUERPOS DE AGUA SUBTERRÁNEA SOBREEXPLOTADOS
Y/O CON INTRUSIÓN MARINA



Fuente: Comisión Nacional del Agua, *Sistema Unificado de Información Básica del Agua*, 2003.

Cuadro 2
COBERTURAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

<i>País</i>	<i>Agua potable (%)</i>	<i>Alcantarillado (%)</i>
Brasil	82	67
Canadá	99	95
China	90	21
Egipto	94	87
España	99	100
Estados Unidos	100	100
Francia	100	79 ^c
Indonesia	69	54
México	88	76
Turquía	80	87

Fuente: Datos estimados con base en el XII Censo General de Población y Vivienda, febrero de 2000, e INEGI, (2000), *El marco físico de México*.

lluviosas del país, de menor desarrollo, importantes cantidades de agua subterránea fluyen hacia los océanos sin ser aprovechadas. Por otro lado, el incremento en la demanda de agua de las ciudades es cada vez más difícil de satisfacer y está generando serios problemas de sobreexplotación. Estos se agravan en ocasiones por la ocurrencia de asentamientos diferenciales y agrietamiento del terreno, que a su vez provocan daños en la infraestructura urbana (véase cuadro 2).

CALIDAD DEL AGUA

La mayoría de los cuerpos de agua superficial del país reciben descargas de aguas residuales sin tratamiento, ya sea de tipo doméstico, industrial, agrícola o pecuario, lo que ha ocasionado grados variables de contaminación que limitan el uso directo del agua. Para conocer el comportamiento de la calidad de las aguas superficiales, la CNA lleva

a cabo su monitoreo a través de la Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Agua (RNMCA).

Para determinar el grado de contaminación de un cuerpo de agua se emplea el Índice de Calidad del Agua (ICA), el cual es el valor en una escala de 0 a 100 por ciento (un mayor valor de ICA indica una mejor calidad del agua) y que se obtiene a partir de un promedio ponderado de los índices de calidad individuales de 18 parámetros dentro de los que se encuentran el pH, la demanda de bioquímica y oxígeno (DBO₅) y los sólidos suspendidos. De acuerdo con los resultados de la evaluación de la calidad para el periodo 1974-2000, las cuencas con mayor grado de contaminación de agua superficial, son las de Lerma, Alto Balsas, Bajo Bravo y Alto Pánuco. En contraste, las de menor grado de contaminación, con un ICA superior al 70 por ciento, son las del Grijalva, el Usumacinta y porciones del Alto Pánuco, entre otros.

La información del ICA de 2000 indica que a nivel nacional, a partir de la información estudiada en 535 cuerpos receptores monitoreados, las aguas superficiales presentan calidad satisfactoria en 27 por ciento de los casos, que posibilita su uso para prácticamente cualquier actividad; 49 por ciento se encuentran poco contaminados, lo que restringe el uso directo del agua en ciertas actividades y 24 por ciento está contaminado o altamente contaminado, haciendo difícil su uso directo en casi cualquier actividad. Cabe señalar que los principales contaminantes presentes en las aguas de los cuerpos receptores son: coliformes fecales, grasas y aceites, ortofosfatos, sólidos disueltos y detergentes. Estos contaminantes motivan que alrededor de 35 millones de mexicanos no cuenten con el acceso al agua bacteriológicamente potable, lo que incide en enfermedades gastrointestinales, dérmicas

y crónicas (Secretaría de Salud, 2002). En cuanto a la calidad del agua subterránea, más de 80 por ciento de los acuíferos contienen agua de buena calidad natural, con concentraciones menores o iguales a 1,000 mg/l de sólidos totales disueltos. En general, la salinidad del agua subterránea es mayor en las zonas áridas, debido a que en ellas la precipitación pluvial es escasa y la evaporación potencial muy alta, lo cual propicia la concentración de sales. Por el contrario, en las zonas tropicales y de mayor precipitación, la salinidad natural del agua es menor. A nivel nacional se han identificado alrededor de 40 acuíferos que presentan cierta degradación de la calidad del agua subterránea por actividades antropogénicas o por causas de origen natural. Entre las primeras fuentes, destacan: la intrusión de agua de mar, la filtración de contaminantes provenientes de las aguas residuales (nitrógeno amoniacal y coliformes fecales), de los residuos sólidos como el flúor, de los agroquímicos como el DDT, y el nitrógeno.

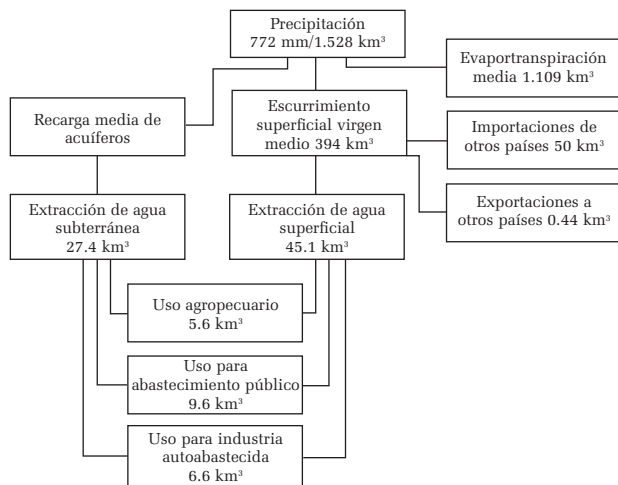
Los mayores problemas de intrusión de agua de mar se presentan en 17 acuíferos costeros ubicados en los estados de Baja California Sur, Baja California, Sonora, Veracruz y Colima, afectando en mayor medida a los acuíferos denominados: La Paz y el Valle de Santo Domingo, en Baja California Sur; San Quintín, en Baja California; y Guaymas y Costa de Hermosillo, en Sonora. Por lo que respecta a la contaminación natural, se han detectado en el agua subterránea de algunas zonas (Aguascalientes, San Luis Potosí, Comarca Lagunera) concentraciones de fluoruros y arsénico superiores a los establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, que motivan el empleo de tratamientos de potabilización del agua, en forma previa a su consumo (Sánchez *et al.*, 1994).

USOS DEL AGUA

Se estima que en el año 2001 se emplearon de los ríos, lagos y acuíferos del país 72.5 km^3 (véase figura 5) para los principales usos consuntivos. Corresponde al sector agropecuario, 56.4 km^3 (77.80 por ciento), al abastecimiento público, 9.5 (13.10 por ciento) y a la industria, 6.6 km^3 (9.10 por ciento).

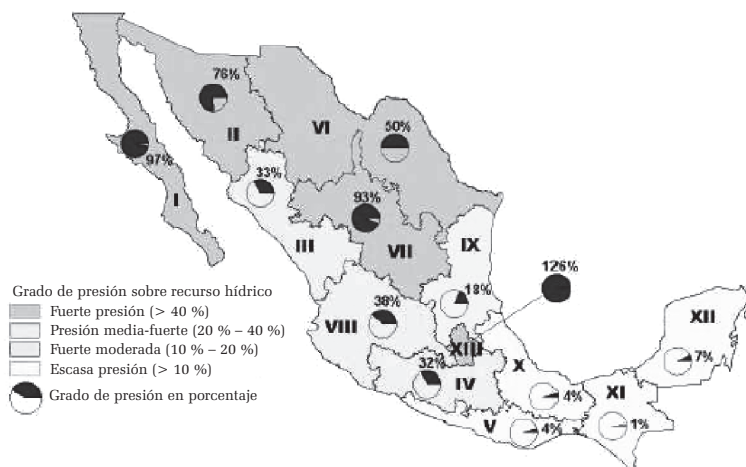
No obstante a que el sector agropecuario es el más grande consumidor de agua del país, sólo contribuye con el 3 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) nacional; en tanto, la industria manufacturera, minera y de construcción aporta casi 30 por ciento del PIB de México y consume sólo el 9.10 por ciento.

Figura 5
DISPONIBILIDAD ANUAL PROMEDIO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN MÉXICO, 2001



Fuente: Comisión Nacional del Agua, *Sistema Unificado de Información Básica del Agua*, 2003.

Figura 6
GRADO DE PRESIÓN SOBRE EL RECURSO HÍDRICO



Fuente: Comisión Nacional del Agua, *Sistema Unificado de Información Básica del Agua*, 2003.

Este volumen representa 15.45 por ciento de la disponibilidad natural media nacional (escurrimiento superficial virgen y recarga de acuíferos), y de acuerdo con la clasificación de la ONU (2002), el recurso del país se considera como sujeto a presión moderada (véase figura 6). Sin embargo, en las zonas del centro, norte y noroeste, este indicador alcanza un valor del 44 por ciento lo que convierte al agua en recurso estratégico que puede limitar el desarrollo del país.

INDICADORES INTERNACIONALES

Con el fin de conocer la situación del recurso hídrico del país, en un contexto internacional, en el siguiente apartado se realiza una evaluación a través de indicadores de carácter social, económico y ambiental (véanse cuadros 3, 4 y 5).

Cuadro 3
INDICADORES SOCIALES POBLACIÓN Y EXTENSIÓN TERRITORIAL

<i>País</i>	<i>Extensión territorial (miles de km²)</i>	<i>Población 2000 (millones de hab.)</i>	<i>Densidad de población (hab/km²)</i>
Brasil	8,500	170.1	30
Canadá	10,000	30.7	3
China	9,600	1,300.0	135
Egipto	1,000	63.8	64
España	506	39.4	79
Estados Unidos	9,400	281.6	31
Francia	552	58.9	107
Indonesia	1,900	210.4	116
México	1,964	98.8	50
Turquía	775	65.3	85

Fuente: Comisión Nacional del Agua, *Sistema Unificado de Información Básica del Agua*, 2003.

Cuadro 4
INDICADORES ECONÓMICOS PRODUCTO INTERNO BRUTO
A PRECIOS DE MERCADO, 1999

<i>País</i>	<i>PIB (millones de dólares)</i>	<i>PIB per-cápita (dólares/hab.)</i>
Brasil	760,345	4,470
Canadá	612,049	19,936
China	991,203	763
Egipto	92,413	1,449
España	562,245	14,270
Estados Unidos	8'708,870	30,926
Francia	1'410,262	23,943
Indonesia	140,964	670
México	474,951	4,871
Turquía	188,374	2,885

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, *El marco físico de México*, 2000.

Cuadro 5

INDICADORES AMBIENTALES PRECIPITACIÓN Y DISPONIBILIDAD

País	Precipitación ^A (mm/año)	Disponibilidad		
		Disponibilidad natural base media ^B (km ³ /año)	Disponibilidad natural base medida per cápita ^B (m ³ /hab./año)	Extracciones de agua per cápita ^B (m ³ /hab./año)
Brasil	1,758	5,418	32,256	323
Canadá	493	2,740	91,567	1,466
China	648	2,812	2,257	405
Egipto	18	2	930	862
España	694	112	2,844	914
Estados Unidos	685	2,460	8,906	1,591
Francia	870	180	3,258	696
Indonesia	2,700	2,838	13,709	352
México	772	469	4,685	725
Turquía	647	196	3,162	551

Nota: Para los países: Canadá, Estados Unidos de América, Turquía, Francia y España, la información se obtuvo de la OECD. El dato dado para México proviene de la USMN. Los datos para Brasil, Indonesia, China y Egipto provienen del AQUASTAT.

^A Se refiere a los usos en los que el agua es desviada de su cauce natural o extraída de los cuerpos de agua subterránea para su uso.

^B Información obtenida del WBG. Environment-Freshwater, CNA, 2003.

Fuente: Comisión Nacional del Agua, *Sistema Unificado de Información Básica del Agua*, 2003.

POLÍTICA HIDRÁULICA EN EL PAÍS (2001-2006)

Como parte del Programa Nacional Hidráulico (2001-2006), el cual es un instrumento rector de toda acción de la administración pública federal, a continuación se indican los objetivos y estrategias encaminadas para la protección del recurso y al aprovechamiento eficiente del mismo, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

*Fomentar el uso eficiente del agua
en la producción agrícola*

- Apoyos para incrementar la eficiencia y productividad de las zonas de riego.
- Implementación de mecanismos para inducir el cambio tecnológico en los sistemas de riego.
- Incorporación al riego de nuevas superficies y tecnificación de la áreas de temporal.

*Fomentar la aplicación de la cobertura y
calidad de los servicios de agua potable*

- Desarrollo de organismos operadores capaces de proporcionar los servicios en forma autosustentable.
- Apoyos a las autoridades locales y estatales para la consolidación de las empresas públicas, privadas o mixtas encargadas de proporcionar los servicios.
- Premiar el incremento de las eficiencias con mayores apoyos al Gobierno Federal.
- Incentivar el pago de los usuarios por los servicios.
- Fomentar el pago de derechos por parte de los organismos operadores, promoviendo que estos recursos regresen al mismo sector.

*Lograr el manejo integrado y sustentable
del agua en cuencas y acuíferos*

- Modificar el enfoque de satisfacción de las necesidades de agua, privilegiando la reducción de la demanda.
- Consolidar la administración integral de las aguas superficiales y subterráneas en su manejo unitario por cuencas hidrológicas.

- Incorporar en la planeación, desarrollo y manejo de los recursos hidráulicos, los criterios que armonicen los objetivos nacionales de eficiencia, equidad y de preservación del medio ambiente.
- Mejorar la regulación en el uso de las aguas nacionales.
- Inducir a la sociedad para que reconozca el valor económico del agua.

Promover el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico

- Fortalecer la capacidad institucional del sector, bajo el liderazgo de una única autoridad federal en la materia.
- Descentralizar las funciones operativas que realiza la Federación hacia los estados, municipios y usuarios.
- Desarrollo de organizaciones financieramente sanas y administrativamente autónomas.
- Desarrollar la capacidad tecnológica para avanzar en el uso eficiente del agua y en la preservación y mejoramiento de su calidad.

Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y la promoción de la cultura de su buen uso

- Promover la participación informada de la sociedad en la planeación, aprovechamiento y administración de los recursos hidráulicos.

- Consolidar los consejos de cuenca y sus órganos auxiliares.
- Fortalecer el Consejo Consultivo del Agua y los consejos ciudadanos estatales.
- Promover una cultura que fomente el uso eficiente del agua y el reconocimiento de su valor económico y estratégico.

Disminuir los riesgos y atender los efectos de inundaciones y sequías

- Desarrollar medidas organizativas en la población para que responda de manera apropiada a dichos fenómenos.
- Promover sistemas eficientes de información y alerta que permitan que la población conozca oportunamente la presencia de estos fenómenos.
- Reubicar a la población asentada en zonas de alto riesgo y la coordinación interinstitucional para evitar asentamientos humanos en esas zonas.
- Diseñar planes para el manejo de sequías.
- Construir infraestructura hidráulica estratégica de control de avenidas o de captación y almacenamiento.

CONCLUSIONES

Las condiciones climáticas, la contaminación, el mal uso del agua y su sobreexplotación sustentan la teoría de especialistas y autoridades sobre el futuro del líquido: la escasez. El desarrollo a futuro de las regiones afectadas por la sobreexplotación del recurso hídrico se verá limitado.

En un número cada vez mayor de regiones la reserva almacenada en el subsuelo será la principal y en ocasiones única fuente de agua para los diversos usos, por lo que los acuíferos se convertirán en un recurso patrimonial estratégico, que debe ser manejado y administrado en forma muy eficiente para asegurar el desarrollo del país.

Al volverse más escasos los recursos hídricos en relación con la demanda e intensificarse la competencia entre diversos usos, el agua deja de ser un bien de libre disposición para convertirse, en algunos casos, en una mercancía. En consecuencia se modifica la función de los gobiernos, que eran antes proveedores de agua a muy bajo costo y que deben ocuparse ahora cada vez más de la regulación del mercado de agua. Al intensificarse la competencia por el agua disponible entre los diferentes usuarios aumenta el precio de la misma. Ese aumento permitirá al mercado determinar los usos más valiosos en términos económicos, pero el incremento del precio provocará una reasignación del recurso en favor de ciertos usuarios y en detrimento de otros, lo que podría generar penalidades.

BIBLIOGRAFÍA

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA, *Sistema Unificado de Información Básica del Agua*, 2003.

INEGI, *El marco físico de México*, 2000.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental, 2002.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, *Recursos Mundiales*, 2002.

SÁNCHEZ, D., F. Ortiz y O. Gutiérrez, *Manual de inducción para la conservación y el saneamiento de acuíferos*, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 1994.

SECRETARÍA DE SALUD, *Salud México*, 2002.

La magia del riego: irrigación y desarrollo agrícola en el estado de Morelos. Conflictos en el uso de los recursos naturales

Pedro Sunyer Martín

RIEGO Y DESARROLLO AGRÍCOLA EN MÉXICO

En 1926, durante la presidencia del general Plutarco Elías Calles, se aprobó la *Ley sobre irrigación con aguas federales*. Con ella culminaba un largo debate iniciado durante los años del porfiriato, por el cual la extensión del regadío era el factor necesario para el aumento de la producción agrícola y, en consecuencia, de la riqueza de la nación. Pero no sólo significaba esto, representaba además la posibilidad de crear un México de pequeños propietarios agrícolas para, solucionar algunos de los problemas que arrastraba el país desde su independencia: la colonización del país; la distribución y la restitución de tierras de labor a los campesinos y comunidades rurales y, en definitiva, superar la pobreza endémica y la falta de productividad del agro mexicano.¹

¹ Sobre el debate acerca de la utilidad de la extensión del regadío en México, resulta imprescindible la consulta de tres de los ensayos más divulgados durante la Revolución Mexicana. Se trata de los trabajos de Roberto Gayol, *Dos problemas de vital importancia para México. La colonización y el desarrollo de la irrigación*, 1909; el de Andrés Molina Enríquez, *Los grandes problemas nacionales*, 1909; y el de Leopoldo Palacios, *El problema de la irrigación*, 1909. Muy recomendable tam-

Para ello, se creó, por la citada ley, un nuevo organismo, la Comisión Nacional de Irrigación (CNI), que se iba a dedicar al estudio de la factibilidad del regadío en las zonas áridas del territorio; apoyo de la construcción, o restauración de bordos y presas para el almacenamiento de agua, así como de canales de conducción y distribución de ese recurso; y, finalmente, al control –directo o indirecto– de la gestión de las aguas superficiales. En concreto, tal y como se especificaba en el artículo 4 de la ley de irrigación, la CNI se encargaba de “estudiar las posibilidades de irrigación del país y seleccionar para su ejecución las obras que reporten mayor beneficio, desde los puntos de vista financieros o de los intereses generales de la Nación” (Comisión Nacional de Irrigación, 1926). Se revelan en este párrafo dos líneas que iban a dirigir la actuación de la Comisión: la utilidad productiva y la utilidad política. Para ambos objetivos, este organismo requería de especialistas capaces de abordar la construcción de las grandes obras que necesitaba el país para su desarrollo, y en México no había profesionales con experiencia en este tipo de infraestructuras. Por este motivo, se buscó la colaboración de ingenieros estadounidenses quienes ya habían realizado obras de envergadura, la más emblemática de las cuales era la del Tennessee Valley. Ellos debían realizar los proyectos y al mismo tiempo preparar a los ingenieros civiles mexicanos. Esta labor de asesoría, concluyó en 1933, momento en que los ingenieros mexicanos enfrentaron este tipo de obras, sin acabar de deslindarse completamente de la tutela esta-

bién es la obra de J. Herrera Lasso, *Apuntes sobre irrigación. Notas sobre su organización económica en el extranjero y en el país*, 1919, quien trata este problema desde el éxito y los compromisos de la Revolución. Sobre la Comisión Nacional de Irrigación y la relación de trabajos efectuados por ella, véase Adolfo Orive, *La irrigación en México*, 1970.

dounidense. Los técnicos de Estados Unidos de América de América no solamente iniciaron a los ingenieros civiles mexicanos, fue necesario instaurar los nuevos conocimientos relativos al estudio de los suelos, pues eran, en última instancia, los que iban a determinar la eficacia y la utilidad temporal de la obra proyectada en dos sentidos: primero, en la zona de embalse, con estudios sobre la permeabilidad del terreno y la estabilidad de las tierras de la cuenca, frente a los procesos de erosión; segundo, en la zona dedicada al riego, con los problemas que pudieran derivarse de la salinización de tierras y de la capacidad de cesión de humedad a las plantas. Así, en 1927, se celebró el I Colegio Nacional Agrológico en Meoqui (Chihuahua) base de la institución de la ciencia del suelo en México y de la formación de agrólogos (edafólogos) en este país.

La labor de la CNI fue técnicamente encomiable: la construcción de una obra de riego, conllevaba la elaboración de estudios que valora la viabilidad técnica y económica de la ejecución de los proyectos. Esta investigación inicial era la base sobre la que se diseñaba el conjunto de la obra de riego, una labor eminentemente de ingeniería civil. El departamento de agroeconomía era el encargado de aquellos estudios y, en definitiva, el corazón práctico del organismo. Tenía bajo su jurisdicción un laboratorio agrológico, un segundo de conservación de suelos y un último de agroeconomía. Los dos primeros se encargaban de la valoración de los terrenos de la cuenca, mientras que el último lo hacía del entorno socioeconómico.²

En su corta vida (1926-1946), la CNI pasó por diversas etapas que oscilaron desde su dedicación prácticamente de

²Ejemplos de este tipo de trabajos son abundantes. Muchos de ellos fueron publicados en el órgano de difusión de la Comisión, *Irrigación en México*, y más adelante *Ingeniería hidráulica en México*.

forma exclusiva a las grandes presas, a otra de voluntad más universalista durante el gobierno del general Lázaro Cárdenas. De este modo, la actividad de la Comisión Nacional de Irrigación se centró inicialmente en las aguas internacionales, concretamente, los ríos Colorado, Bravo y Tijuana, en los que Estados Unidos de América ya estaba interviniendo. Más tarde, fueron cuencas hidrográficas de la Mesa norte y central de la República, también caracterizadas por la aridez del clima, la irregularidad de las corrientes y por ser la principal zona productora de cereales. En la etapa cardenista de la CNI (1934-1940) se apoyó la pequeña irrigación para solucionar el problema de la generación de subsistencias entre el campesinado. En este sentido, y tal como apuntaba Orive (1970), la citada Comisión vino a apoyar la reforma agraria que se impulsó en los años de presidencia de Cárdenas y a apuntalar el problema de la colonización agrícola del agro mexicano, aunque, esta vez, con mexicanos. La obra del distrito de riego de El Rodeo (Morelos) es la primera que se realizó en ese estado y tuvo como principal interés, no una cuestión meramente productiva, sino un interés político.

EL RODEO: UNA OBRA PARA LA REVOLUCIÓN AGRÍCOLA Y AGRARIA

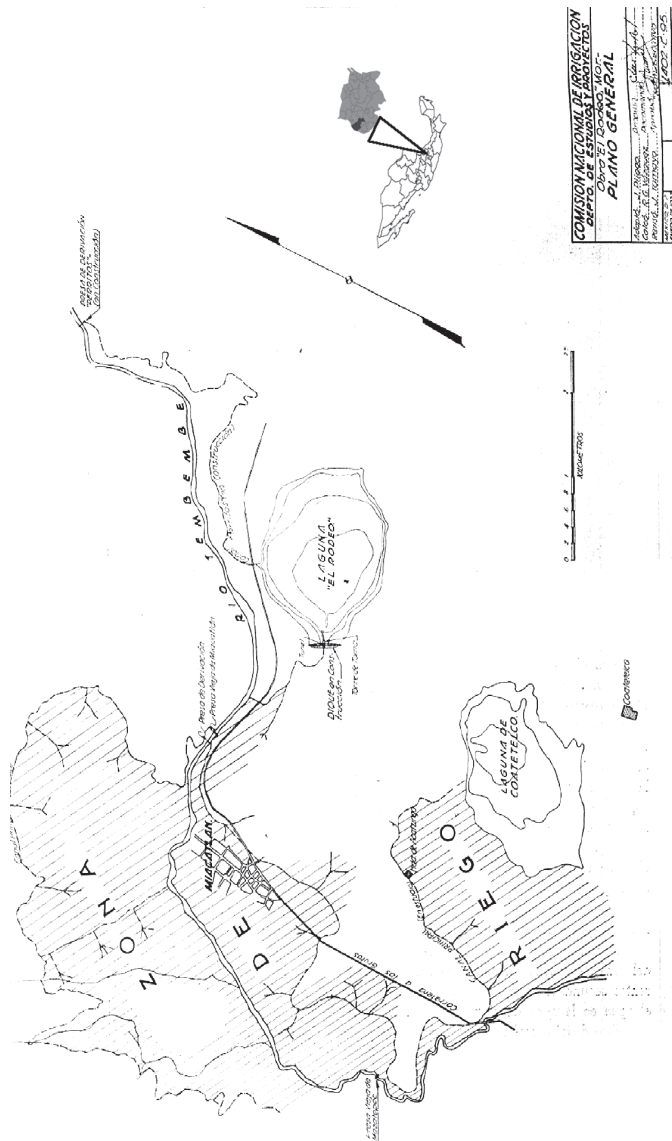
El Rodeo forma una comarca, una subregión, en el conjunto del estado de Morelos, dominada por los relieves calizos de Xochicalco y Colotepec. Se encuentra, geomorfológicamente hablando, en el denominado sinclinal de Miacatlán, que acoge a dos lagunas de origen kárstico, dos dolinas, la de El Rodeo, y la de Coatetelco. Históricamente, ha sido esta última la que ha desempeñado un papel más relevan-

te y ha sido desde hace relativamente pocos años, desde 1937, que han cambiado las tornas. El Rodeo pertenece a la subcuenca del río Amacuzac, cuenca del Balsas. A finales del siglo XIX, los propietarios de la antigua hacienda de San Salvador Miacatlán, una de las más importantes del estado de Morelos encargó al conocido ingeniero Manuel Sánchez Facio el aprovechamiento de la citada laguna como embalse para el abastecimiento de agua para los cultivos de caña de azúcar, principalmente, de las haciendas vecinas a Miacatlán. El ingeniero construyó un bordo de no mucha altura en el lado occidental de la cuenca, y un canal que condujera agua desde el río Tembembe hasta la poza (Robelo en Mentz, 1986: 391). De este modo, se aseguraba el suministro de agua anual del nuevo embalse. La capacidad de la ahora laguna de El Rodeo se calculó, años más tarde por la CNI, en ocho millones de metros cúbicos (Carreño, 1938). Los avatares de la Revolución y una no muy buena calidad de la obra de riego debieron suponer el deterioro de una parte de las instalaciones. Con la creación de las Comisiones Agrarias del Sur (1915), las tierras de la antigua hacienda de Miacatlán fueron restituidas a sus antiguos habitantes y pocos años más tarde se declararon las aguas de la laguna propiedad de la nación (Gómez, 1983). Posteriormente, la Comisión Nacional de Irrigación realizó diversos estudios para conocer la factibilidad de rehabilitar el conjunto de la obra (Comisión Nacional de Irrigación, 1924-1932, y 1933). Coincidieron estos estudios con la nueva política, de potenciar la pequeña irrigación que impulsó el presidente Lázaro Cárdenas.

La obra de riego de El Rodeo era particularmente interesante tanto agrícola, como políticamente. Se potenciaba un cultivo básico dentro de la economía mexicana, como era la caña de azúcar, se dedicaba una extensión no menos

Figura 1

REPRODUCCIÓN DEL PLANO ELABORADO EN 1937 DEL SISTEMA DE RIEGO DE EL RODEO (ESTADO DE MORELOS), EN EL RECUADRO INFERIOR, SU LOCALIZACIÓN EN LA REPÚBLICA MEXICANA Y EN EL ESTADO DE MORELOS



considerable al cultivo de subsistencias como el arroz, y se pacificaba una región particularmente necesitada de justicia social, y tradicionalmente hostil al control gubernamental.³ En 1934 se iniciaron los estudios dedicados a conocer las características climáticas de la comarca e hidrográficas del río Tembembe, y en 1936 se iniciaron las obras de rehabilitación y acondicionamiento del conjunto de la obra realizada por Sánchez Facio. Los datos obtenidos permitían aumentar la capacidad teórica del embalse de El Rodeo, de los 8 millones iniciales a 28 millones de metros cúbicos. Con ello se conseguía aumentar considerablemente la superficie regable hasta 2,140 ha que debían destinarse al cultivo de caña y de arroz (García, 1938).

En 1937 se inauguró el distrito de riego número 16 de El Rodeo. En aquel momento la capacidad de embalse fue la máxima, sin embargo se observaron ciertas pérdidas que obligaron a nuevos estudios. El resultado fue que se disminuyó la capacidad de almacenamiento y, en consecuencia, la de las tierras regables, de 2,140 a 1,370 ha (véase figura 1). El conjunto de la obra resulta impresionante, en la actualidad, por el esfuerzo y alarde técnico realizado en aquellos momentos. Pero más interesantes son las consecuencias directas e indirectas que hoy podemos observar.

EFFECTOS DIRECTOS E INDIRECTOS, POSITIVOS Y NEGATIVOS DE EL RODEO

El conjunto de la obra de riego sigue teniendo, a más de sesenta años de su construcción, efectos directos e indirectos

³No en vano, autores como Ignacio Altamirano en una de sus más prestigiosas novelas, *El zarco* (1888) sitúa a Morelos y sus haciendas en su trama.

tos, positivos y negativos en el ambiente, la sociedad y la economía de la comarca. Los efectos directos están relacionados, con los objetivos que se planteó la Comisión Nacional de Irrigación en su momento para rehabilitar y mejorar el conjunto del riego. En concreto, la estabilización de la población agrícola beneficiada por la obra era la única consideración que en aquel momento se tuvo en cuenta, además de los réditos políticos que de ella se pudieran derivar. En otro orden de cosas estaban los cambios en el ecosistema fluvial y lacustre, la no realimentación del acuífero en el lecho del Tembembe –sólo perceptibles desde la visión actual– los cambios en el paisaje de la laguna y lo que todo ello supondría poco tiempo después de finalizada la obra. Un pequeño ejercicio de análisis de cada una de las partes de que consta la obra nos puede ayudar a identificar algunas de las repercusiones, directas e indirectas, que de ellas se han derivado, quedando resumidas en el cuadro 1.

Con todo, quizá los efectos más elocuentes son los cambios en el uso del suelo, por ejemplo, con la aparición de un núcleo poblacional, El Rodeo, y en los usos que del agua del canal y de la laguna se han ido derivando con el tiempo. Son estas transformaciones las que en un futuro próximo pueden degenerar en conflictos entre actividades tradicionales del suelo del vaso de la laguna y de sus aguas, con nuevos usos y potencialidades. En realidad, estos conflictos derivan de las nuevas actividades que propició la reconstrucción del distrito de riego y su consiguiente impacto. Para poder entender mejor la situación que a futuro se prevee que acontezca con el agua de la laguna, conviene acercarse, a los usos del suelo y del agua, tradicionales y actuales, que existen hoy en día.

Cuadro 1
ALGUNOS DE LOS EFECTOS DE LA OBRA DE EL RODEO

<i>Partes de la obra</i>	<i>Positivos</i>	<i>Negativos</i>
<i>Zona de captación</i>	1. Control de avenidas	1. Apertura de caminos y aparición de viviendas próximas a la zona de captación 2. Desmonte 3. Derivación de la corriente 4. Pérdida de sedimentos en el lecho fluvial 5. Aumento del nivel del freático en la zona de embalse 6. Disminución de la infiltración, aguas debajo de la represa
<i>Conducción</i>	1. Servicio de agua para usos domésticos 2. Usos domésticos 3. Usos recreativos 4. Oxigenador de la corriente	1. Desmonte 2. Deslaves en la ladera, por la ruptura de la pendiente 3. Apertura de caminos y aparición de viviendas
<i>Almacenamiento</i>	1. Estabilización de la población 2. Mejora paisajística del conjunto de la cuenca 3. Mejora de la calidad sanitaria 4. Aprovechamiento para cría de peces 5. Servicios para usos recreativos y de ocio 6. Aumento de la cabaña ganadera	1. Aparición de un núcleo urbano próximo y en las inmediaciones de la laguna 2. Contaminación por lixiviación de desechos sólidos urbanos y aguas residuales 3. Cría de peces exóticos 4. Aumento de la cabaña ganadera y contaminación por purines 5. Usos recreativos con embarcaciones a motor
<i>Distribución</i>	1. Aparición de vegetación y fauna riparia 2. Vereda turística	1. Desmonte 2. Apertura de caminos 3. Deslaves de la ladera 4. Aparición de habitaciones adosadas al canal 5. Uso del canal como conducto de aguas residuales domésticas y de purines de ganadería

Fuente: Elaboración del autor.

Actividades tradicionales del suelo y las aguas de la cuenca de El Rodeo

Antes de la construcción del canal que unió el río Tembembe con la laguna, podemos imaginar la cuenca de El Rodeo como una depresión en cuyo fondo se almacenaban periódicamente las aguas de lluvia de la estación lluviosa, entre junio y octubre. Por la precipitación de la zona (entre 800 y 1,000 mm anuales), la profundidad que debía alcanzar la laguna no era mucha, aunque sí podía ser relativamente extensa, y servía, principalmente como lugar de pastoreo de la ganadería local, una actividad que todavía perdura.⁴ En la actualidad, con un espejo de agua de cerca de 3.5 km de diámetro, una profundidad media de 8 metros, y con el volumen de sedimentos aportados tanto por el canal de alimentación de la laguna como por los torrentes intermitentes locales existentes, se extiende en la zona oriental del cuerpo de agua, cuando baja el nivel por la extracción y la evaporación, un rico pasto que es aprovechado por todo tipo de ganadería en régimen abierto y estabulado. Efectivamente, aparte del pastoreo, se encuentran en esa zona de la laguna algunas pocilgas y corrales de porcino y aviario. Cuando el nivel de las aguas sube, la distancia entre éstas y el agua es mínimo, llegando a ella los escurrimientos de los purines. Contrariamente, en época de sequía éstos se infiltran o evaporan antes de alcanzar las aguas de la laguna.

Junto con la ganadería, se han explotado las pequeñas zonas forestales de vegetación xerófila anexas a la laguna, tanto como recurso energético, como en sus aplicaciones

⁴La Comisión Nacional de Irrigación calculó el aporte por escurrimientos de la propia cuenca de El Rodeo y por precipitación directa en la laguna en una décima parte de lo que recibe anualmente por el canal Perritos. Al respecto véase Carreño (1938). Toda la región está afectada por fenómenos kársticos que se refleja en el gran número de dolinas que pueden encontrarse. En muchas de ellas se sigue almacenando agua temporalmente.

medicinales y de alimentación. También, ha existido actividad agrícola de temporal tradicionalmente, con barbecho, aunque con una extensión menor de la que se encuentra en la actualidad. Es una agricultura poco mecanizada y sin excesiva aplicación de fertilizantes químicos ni pesticidas. Finalmente, desconocemos si existía aprovechamiento alguno de los recursos que pudiera proporcionar la antigua poza de El Rodeo, como por ejemplo pequeños crustáceos (acociles) que pudieran servir de fuente de alimentación para los habitantes de la zona, o la caza de ánades, como sucede en la actualidad con la vecina laguna de Coatetelco. Hoy día, y de ello hablaremos más adelante, hay actividad pesquera de algunas especies de peces en la laguna.

*Cambios en los usos del suelo de la cuenca:
El Rodeo, una población en crecimiento*

El origen de esta población es, con toda probabilidad, el asentamiento de algunos de los trabajadores que intervinieron en la construcción de la obra. De esta manera, encontramos datos de la población existente en el censo de población de 1940, en el que se contabilizaron a casi doscientas personas en lo que era la congregación –una figura administrativa– de El Rodeo, dependiente del municipio de Miacatlán. Desde ese año hasta la fecha, el crecimiento de este pueblo ha sido el segundo más alto de las setenta localidades del municipio de Miacatlán, tal como puede observarse en los cuadros 2 y 3 y la gráfica.

Otro dato significativo y que confirma el origen exógeno de El Rodeo es la proporción de población que, a falta de otros datos, en el último censo de 2000 afirmaron no haber

Cuadro 2
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE LAS PRINCIPALES LOCALIDADES
DEL MUNICIPIO DE MIACATLÁN, 1940-2000

<i>Miacatlán</i>	<i>Coatetelco</i>	<i>Palo Grande</i>	<i>Palpan</i>	<i>Tlajotla</i>	<i>El Rodeo</i>	<i>El Mirador</i>
1.92	1.89	1.17	0.55	1.85	3.13	4.83 (*)

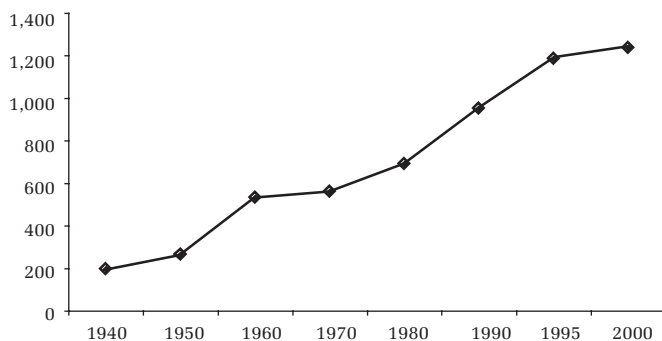
(*) Para El Mirador, la tasa se ha calculado para 1990-2000. 1990 es el primer año en que se censa población en esta localidad.

Fuente: Elaboración del autor a partir del INEGI, *Archivo histórico de localidades*.

Cuadro 3
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PARA EL RODEO
Y EL MUNICIPIO DE MIACATLÁN

<i>Año</i>	<i>El Rodeo</i>	<i>T. Crec. Anual</i>	<i>Miacatlán (Mpio)</i>	<i>T. Crec. Anual</i>
1940	195		6,315	
1950	264	3.1	8,143	2.6
1960	533	7.3	10,768	2.8
1970	561	0.5	11,740	0.9
1980	692	2.1	18,874	4.9
1990	952	3.2	19,066	0.1
1995	1,186	4.5	22,299	3.2
2000	1,238	0.9	23,953	1.4

POBLACIÓN DE EL RODEO, 1940-2000



Fuente: Elaboración del autor a partir del INEGI, *Archivo histórico de localidades*.

Cuadro 4
POBLACIÓN RESIDENTE NACIDA FUERA DE LA ENTIDAD

	<i>El Rodeo</i>	<i>Mícatlán</i>
Población residente nacida en otra entidad	29.1	13.3
Población mayor de 5 años nacidos fuera de la entidad	6.5	2.6

Fuente: Cálculos del autor a partir del INEGI, *Conteo de población y vivienda*, 2000.

nacido en el municipio. Esta alimentación exógena es mucho más elevada que para el conjunto del municipio de Mícatlán, una vocación que persiste aún en la actualidad (véase cuadro 4). Si a esto añadimos la mejora sustancial de las condiciones sanitarias de todo el entorno que supuso la transformación de El Rodeo de poza a laguna, podremos comprender el porqué de esa ubicación y crecimiento.

Vale la pena destacar la elevada proporción de la población económicamente activa dedicada a servicios. Cerca de 50 por ciento de la población está ocupada en este sector (47.6 por ciento), mientras que en agricultura e industria es mucho menor, con 14.1 y 38.6 por ciento, respectivamente. Contrariamente sucede para el conjunto municipal, donde los tres sectores aparecen semejantes (I:38.5 por ciento; II:23.6 por ciento; III:37.9 por ciento). Entendemos estos datos como reflejo de la importancia que desempeña la laguna en la economía de los habitantes de El Rodeo.

Usos actuales del agua de la laguna y del canal

Desde su construcción, el agua del río Tembembe ha sido un elemento importante para el desarrollo económico de la comarca. Es en general una zona que, por sus características climáticas y geológicas dominantes, no ha sido

propicia para la abundancia de recursos superficiales de agua. Desde la construcción del canal y el aumento de la capacidad de embalse de la laguna de El Rodeo se han derivado algunas utilidades que han tenido como consecuencia final, el aumento de la población establecida en las inmediaciones. Entre los usos principales están los siguientes:

1. Uso doméstico del agua, directo, mediante su empleo para el lavado de ropa en el canal Perritos, y el abastecimiento domiciliario de agua, previamente clorada, a El Rodeo y Miacatlán, principalmente. Uso indirecto, la captación mediante camiones cisterna y servicio de agua a hogares alejados del casco urbano de El Rodeo.
2. Usos para riego agrícola en las tierras próximas a Miacatlán. La CNA estima en cerca de 1,400 ha las beneficiadas por el agua del Tembembe.
3. Usos de ocio y recreo, tanto para baño como actividades náuticas, con y sin motor. La sustancial mejora paisajística y de la calidad de las aguas de la laguna de El Rodeo, a convertido esta comarca en un atractivo del turismo local para el excursionismo y la acampada.⁵
4. Cría de peces en las aguas de la laguna.

Pesca y desarrollo en El Rodeo

La introducción de peces en los cuerpos de agua mexicanos ha sido una actividad poco menos que habitual con distintos actores y finalidades. Las iniciativas federales

⁵ Al respecto, existe una propuesta de creación de una zona de acampada en la vertiente noreste de la laguna. Véase Carmona (1988).

generalmente se han centrado en tres principales especies la carpa y la tilapia, en aguas lénticas, y la trucha en aguas lólicas con finalidad deportiva o, como sucedió en los años de 1970, como medio para aumentar la dosis proteica en las zonas rurales del país. Por su parte, las propuestas locales han podido utilizar distintas variedades de peces en función de intereses diversos, e incluso, sin razones específicas. En algunos casos, disponer de un criadero de peces para su venta, con poco o nulo mantenimiento, ha podido ser la principal razón (Zambrano *et al.*, 1999).

Ambas situaciones, la razón alimenticia y la de cría de peces para la venta como animales domésticos, parecen haber intervenido en la siembra de tilapia (*Oreochromys mossambicus*) y guapote moteado (*Heterandria bimaculata*). Para el primero, la antigua Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos en su programa Sistema Alimentario Mexicano inició su introducción. De este modo, hacia 1980 se construyeron unas instalaciones de acuicultura que aprovechaban la salida de aguas de la laguna, y se empezó a cultivar y criar tilapia con el fin de poblarla. Desde esa fecha, hasta la actualidad, se captura este especie aunque no con el éxito que pretendía la Secretaría.⁶

El caso de la *Heterandria* se desconoce su origen, aunque probablemente haya llegado junto con las aguas

⁶En efecto, en dos estudios realizados por el laboratorio de limnología de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES-Zaragoza, UNAM) se observa una tendencia al enanismo en esta especie. La explicación propuesta por los autores de ambos estudios es que hay superpoblación por falta de depredadores y capturas humanas y un insuficiente desarrollo al competir en igualdad de condiciones por los recursos. Ver Alejo (1989) y Gómez *et al.* (1993). Algunos expertos aluden también a una probable degeneración por endogamia y a enfermedades ligadas con ella (Comunicación personal del M.V.Z. José de la L. Negrete González, 2003).

del Tembembe. Esta especie, autóctona de México, es exótica en la vertiente del Pacífico, y generalmente es empleada como alimento para otras especies de mayores dimensiones (Conservation International, 2000). En cualquiera de los casos, ninguna de las dos introducciones ha tenido el apoyo de estudios previos acerca de las consecuencias de estas incorporaciones en el ecosistema receptor.

UN PROBLEMA EN EL RODEO: LA CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA

En el año 2000, los vecinos de El Rodeo estaban alarmados por lo que parecía ser un deterioro grave de la calidad del agua de la laguna: habían aparecido en la superficie algas que ellos no recordaban haber visto con anterioridad y aparte señalaban una mayor turbidez del agua. Estudios no publicados de la CNA de Morelos confirmaban la presencia de esas algas y las caracterizaban como *Botryococcus chlorophicea*.⁷ La Comisión Nacional de Agua aconsejaban en un documento enviado a los vecinos de El Rodeo que convenía no dejar pastar el ganado en las orillas, o al menos, controlar su presencia, y que se instalase drenaje en el poblado, para evitar filtraciones desde las fosas sépticas caseras hacia la laguna. El problema planteado por los vecinos, y las soluciones que propuso la CNA, parecían hacer referencia a una probable eutrofización de la laguna. Sin embargo, ninguno de los estudios publicados por este organismo hizo hincapié en

⁷Es un tipo de alga que no es tóxica ni está asociada, particularmente, al proceso de eutrofización (Gloria Vilaclara, *Proyecto de Limnología Tropical*, FES-Iztacala, Comunicación personal).

esa cuestión. La respuesta de la CNA a los vecinos no difiere de los análisis que venía efectuando desde 1988 en los que se indica una deficiente calidad microbiológica, con una pequeña mejoría en 1997 y 1998, y una aceptable oxigenación del cuerpo de agua.⁸ Tampoco el ámbito universitario abordó la eutrofización inicialmente. El Rodeo había sido objeto de investigación del laboratorio de limnología de la FES-Zaragoza pero con otro fin, a saber, el de la calidad del agua para la cría y producción de tilapia y guatopote moteado, sin entrar a considerar el impacto de estas especies en el medio lacustre. Sus conclusiones hablan de una buena calidad relativa del agua para la reproducción de estas especies (Alejo *et al.*, 1989; Alvarado *et al.*, 1990; Gómez *et al.*, 1993 y Guzmán *et al.*, 1996). Finalmente, entre 2001 y 2003 el Laboratorio de Estudios Ambientales del Centro Tecnológico Aragón (CTA-UNAM), conjuntamente con el Centro Interamericano de Recursos del Agua (CIRA-UAEM) ha tratado de abordar la preocupación planteada por los vecinos, directamente, en cuanto problema ambiental integral con efectos en la calidad de vida de las personas. Los resultados de los análisis practicados en diversos puntos de la laguna concluyen, de forma preliminar, que hay una calidad del agua irregular a lo largo del año; buena, en líneas generales, para usos agrícolas, pecuarios y pesqueros, insuficiente para los recreativos y variable, según el volumen de agua extraído anualmente y en función de las características particulares de cada ciclo estacional del respectivo año. También se indicaba que existe un grado moderado de eutrofización si contempláramos el fósforo

⁸Mario Salgado *et al.*, *Diagnóstico de la problemática de la contaminación del agua en el estado de Morelos*, México, SEDUE, 1989. También véase Aguilar, (1999); CNA (2003).

inorgánico existente y el nitrógeno total inorgánico (Piccinelli *et al.*, 2003). Todos estos estudios responden a enfoques diversos, con destino a diferentes tipos de usuarios, con desigual interés en el uso de las aguas.

Así, los de la CNA se detuvieron más en la calidad microbiológica pensando, primordialmente, en su utilidad para el riego, y reporta promedios anuales –poco útiles para fines de control de la calidad real del agua–; la FES-Zaragoza, lo hizo en la calidad de las aguas para la producción pesquera; mientras que el Laboratorio de Estudios Ambientales del Centro Tecnológico Aragón consideró el problema de eutrofización como factor que va a condicionar las potencialidades del recurso laguna y la calidad de vida de los usuarios directos, vecinos, y visitantes. Es solamente desde este punto de vista que pueden buscarse soluciones que traten de conciliar los usos actuales de las aguas de la laguna, y vislumbrarse opciones de futuro en el uso de los recursos, tal y como hemos tratado de plantear al inicio del trabajo.

CONFLICTOS EN EL USO DE LOS RECURSOS NATURALES

La eutrofización es un fenómeno natural que consiste en el enriquecimiento en nutrientes de, principalmente, los cuerpos de agua. Es uno de los últimos estadios de evolución de un cuerpo de agua al que irremisiblemente llegan todos a menos que, como ha sucedido en el caso del territorio mexicano, los movimientos tectónicos y la actividad volcánica les permitan rejuvenecer. Lagos, lagunas y embalses artificiales están directamente afectados por este problema, básicamente por el aporte de sedimentos y nu-

trientes de sus tributarios, y por el elevado grado de concentración que adquieren en aquellos nutrientes tan necesarios para los productores primarios como el fósforo y el nitrógeno.⁹

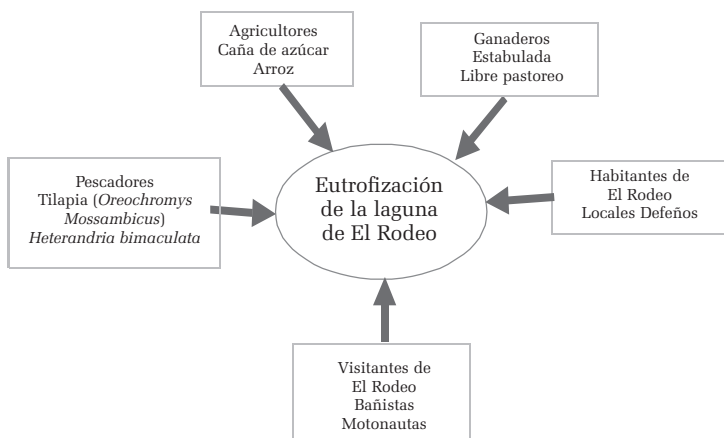
Para el caso que nos ocupa, los orígenes del enriquecimiento trófico pueden ser diversos: la ganadería (estabulada o en pastoreo) que se alimenta en el vaso de la laguna y abandona sus excrementos en el suelo o directamente en las aguas; filtraciones derivadas de las fosas sépticas de las casas de El Rodeo y vertidos domésticos directos; y la dinámica biológica de la fauna piscícola introducida en la laguna. Todo ello conlleva, a la larga, una pérdida de las utilidades que pudiera reportar el cuerpo de agua en cuestión y su fin como recurso. A estas actividades se añade el hecho de la disminución substancial del volumen de agua almacenado en la época de estiaje, que coincide con un mayor número de ganado mayor en las inmediaciones de la laguna y con el aumento de actividades recreativas (bañistas, motonáutica, sobre todo entre febrero y abril). Estos factores parecen incidir notablemente en la calidad del agua. La misma variación anual del volumen de agua al-

⁹Tanto las causas de la eutrofización, como la forma de medición del estado trófico de los cuerpos de agua en climas cálidos tropicales, ha sido largamente controvertido y no es el lugar aquí para abordarlo. Puede verse al respecto los trabajos de Ryding, S. y W. Rast, *El control de la eutrofización en lagos y pantanos*, Madrid, Pirámide, 1992; Salas, H. A., "Desarrollo de metodologías simplificadas para la evaluación de eutrofización en lagos cálidos, antes lagos tropicales", *Resumen del II Encuentro del Proyecto Regional, Organización Panamericana de la Salud*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), Lima, Perú, OPS, 1983, p. 33; H. J. Salas y P. Martino, "A Simplified Phosphorous Trophic State Model for Warm-Water Tropical Lakes", *Water Research*, 25(3), 1991, pp. 341-350; J. A. Thornton, "Aspects of Eutrophication Management in Tropical/Sub-Tropical Regions", *Journal of the Limnological Society of Southern Africa*, 13(1), 1987, pp. 25-43; Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), *Eutrophication: Monitoring, Assessment and Control*, París, OCDE, 1982.

macenado es una dificultad añadida tanto a la hora de conocer la calidad de las aguas de El Rodeo, como de la toma de decisiones con el fin de corregir cualquier problema que se presentara, pues cada año hay una *cuasi* renovación total del cuerpo de agua. Independientemente de esta situación, habría, al menos, tres agentes causantes de la eutrofización, y por ende de la aparición de algas, pero serían cinco sectores los que se verían afectados por las decisiones que se pudieran tomar para mejorar la calidad del agua de la laguna (véase figura 2).

La pregunta que nos planteamos en el estudio realizado entre 2001 y 2003 en el Laboratorio de Estudios Ambientales del Centro Tecnológico Aragón, una vez deslindadas las posibles causas del deterioro de la laguna, fue la siguiente: cuáles podían ser las medidas efectivas que se pudieran aplicar para que, principalmente, en la época de estiaje se pudiera mantener la calidad del recurso

Figura 2
ACTORES IMPLICADOS EN LA EUTROFIZACIÓN DE LA LAGUNA



agua, con el fin de que pudieran seguir coexistiendo las actividades existentes hoy día en la laguna. La cuestión enunciada conduce a dos líneas posibles de actuación, en gran parte complementarias y no sin dificultades de aplicación: la primera, adoptar medidas restrictivas y correctivas a cada una de las actividades actualmente existentes en los límites de la laguna; la segunda, potenciar las capacidades de homeostasia y resiliencia del ecosistema a partir de una propuesta de regeneración del ecosistema lacustre. Por la primera, deberían ejercerse las siguientes acciones:

- Uso racional y eficiente del agua para riego agrícola, para evitar variaciones en el volumen anual de agua.
- Limitación de la presencia de ganadería de libre pastoreo en algunas épocas del año, y control de la estabulada dentro del vaso lacustre.
- Construcción de drenaje para el conjunto habitacional de El Rodeo, con tratamiento de las aguas previo a su vertido.
- Limitación de las actividades recreativas a las épocas con mejor calidad del agua.

Cada una de estas medidas conlleva una serie de tareas: sopesar el efecto en el deterioro del agua de cada una de las actividades que se practican hoy día en el vaso lacustre con el fin de calibrar la intensidad, la temporalidad o permanencia, de las medidas correctoras; la obligada concienciación de los verdaderos gestores del agua de la laguna –la comunidad de regantes– sobre la necesidad de utilizar racionalmente el agua; la concienciación de los ganaderos acerca del efecto que tienen sus animales en la calidad del agua de la laguna; la concienciación del gobier-

no municipal, por ejemplo, acerca de la necesidad de destinar una parte del presupuesto anual a la construcción de drenaje público y colectivo en la localidad de El Rodeo. El objetivo de estas propuestas sería el de reducir la entrada directa o indirecta de contaminantes a la laguna, al mismo tiempo que se mantiene un cierto volumen anual mínimo de agua que permita la dilución de estos. La calidad del agua sería mayor, posiblemente, a lo largo de todo el año. La segunda posibilidad deriva del estudio realizado por Alejo *et al.* (1996) y tiene que ver con las prácticas que se están imponiendo en muchos países de aplicar medidas de recuperación o regeneración de los ecosistemas lacustres, como un medio para conservar la calidad de las aguas y potenciar las utilidades de los cuerpos de agua.

En el estudio mencionado se hace un análisis, no únicamente de la fauna piscícola existente, sino del plancton lacustre. Una de sus conclusiones es que hay una desproporción de fitoplancton frente al zooplancton, lo cual incide en la calidad del agua. Si a esto sumamos que la tilapia (*Oreochromys*) es una especie que se alimenta del limo lacustre, que lo remueve y desarraiga las pocas plantas que en él pudieran crecer, obtenemos por consiguiente una mayor turbidez del agua, la liberación de nutrientes fijados en el limo hacia la masa de agua y, finalmente, la disminución de oxígeno disuelto en el agua.¹⁰

Posiblemente, una actuación que iniciara con la introducción de macrófitas, debidamente protegidas de los ataques de la fauna acuática actual, y que sirviera de refugio a especies de peces de la región, junto con la incorporación de algún depredador autóctono, de la región del Balsas,

¹⁰Comunicación personal del doctor Constantino Macías, Instituto de Ecología, UNAM.

que controlara los alevines de tilapia, contribuiría para una mayor oxigenación de la columna de agua, a una menor turbidez (y, por tanto, a una menor liberación de nutrientes fijados en el limo lacustre), a una mayor presencia de zooplancton, capaz, a su vez de alimentarse del fitoplancton, y en definitiva a aumentar la transparencia del agua.¹¹

Desde hace unos años, sobre todo desde que se ha profundizado más en el estudio de los sistemas, se está aspirando en el ámbito de lo ambiental, a la aplicación de medidas de carácter sistémico, o integradoras, que incorporen a técnicos procedentes de diferentes disciplinas. Este modo de actuación es mucho más compleja que la lineal y obliga a tener en cuenta los múltiples efectos de cualquier intervención. Pese a las dificultades que representan medidas como las que hemos señalado, una intervención de carácter regenerador del ecosistema permitiría que muchas de las propuestas de corrección antes mencionadas se pudieran llevar a cabo de una forma paulatina y con un mayor calado en la conciencia de usuarios y visitantes, para mantener estilos de vida tradicionales con nuevos usos. La tarea de conservación de nuestros recursos, y el de aumentar las potencialidades y economías que de ellos se pudieran generar, no puede demorar muchos años.

CONCLUSIONES

Actuaciones realizadas en el pasado, e incluso en la actualidad, se hicieron mediante la aplicación de lo que se ha dado en llamar, lógica lineal, es decir, *a un problema, una solución*, o como se suele decir en los países anglo-

¹¹ *Idem.*

sajones *soluciones de final de tubería*. Este tipo de intervenciones es la que caracterizó a la política hidráulica en México y en general las políticas desarrollistas de muchos países del mundo durante la parte central del siglo xx. A pesar de lo elogiosa que pudo ser la actividad desarrollada desde los años veinte del siglo pasado por la Comisión Nacional de Irrigación, y los organismos que la sucedieron a lo largo del siglo xx, en la construcción de embalses y la extensión del regadío, muchas intervenciones generaron efectos desiguales, positivos y negativos, directos e indirectos, que todavía hoy pueden vislumbrarse. El distrito de riego de El Rodeo es un ejemplo de ello, y una de sus consecuencias fue el de las posibilidades actuales derivadas de la existencia de agua de calidad (la derivada del río Tembembe hacia la laguna) y de una mejora sustancial del paisaje: la estabilización y crecimiento de la población que desde 1940 vive en esa subregión y el auge del turismo local, entre otras cosas. Sin embargo, el crecimiento de la población y la aparición y auge de actividades ligadas a los servicios turísticos, puede acarrear en pocos años, conflictos con otros usuarios tradicionales del recurso *laguna* –por ejemplo, con la comunidad de regantes, los ganaderos, o pescadores. Ese conflicto deviene de un empeoramiento sustancial de la calidad de las aguas de la laguna debido tanto, a la sobre-extracción de agua de la laguna, a la actividad ganadera, a las filtraciones posibles de las fosas sépticas de El Rodeo, hacia la laguna, el aumento de las actividades recreativas en la laguna, o la propia dinámica biológica del tipo de fauna piscícola introducida en la laguna a principios de 1980. En un intento para proporcionar soluciones que permitan conciliar usos e intereses, se alza la necesidad de ofrecer propuestas de carácter sistémico que los tenga en cuenta. Es en este sentido que, frente a propuestas

únicamente de carácter correctivo, deben aplicarse otras que permitan aumentar la capacidad de autodepuración de la propia laguna, su homeostasia y resiliencia. En este sentido, medidas que ayuden a regenerar la calidad ecosistémica de la laguna pueden ser de gran valor, no solamente como medio que contribuirá a la mejora de la calidad del agua, sino porque, su aplicación incidirá en los usuarios actuales y futuros de este recurso llamado El Rodeo.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR BENÍTEZ, S., *Ecología del estado de Morelos*, México, Praxis, 1999.
- ALEJO PLATA *et al.*, *Estudio de algunos aspectos biológicos de Oreochromis mossambicus (Osteichthyes: Cichlidae) en la Laguna "El Rodeo" estado de Morelos*, México, tesis licenciatura (Biólogo)-UNAM, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, 1989.
- ALVARADO CASTILLO *et al.*, *Algunos aspectos reproductivos de Oreochromis mossambicus (Osteichthyes: Cichlidae) en la laguna El Rodeo, Morelos*, México, tesis licenciatura (Biólogo)-UNAM, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, 1990.
- CARMONA AGUILAR, Julio César, *Planificación paisajística regional para el Turismo, en la "Laguna El Rodeo", Miacatlan, Morelos*, México, tesis de licenciatura (licenciado en arquitectura de paisaje)-UNAM, Facultad de Arquitectura, 1998.
- CARREÑO, Alfonso de la O, *Informe relativo a las pérdidas por infiltración que se han observado en la laguna de El Rodeo* (A. A. Fondo Consultivo Técnico, Caja 457, Exp. 4250, Fojas 21), 1938,
- COMISIÓN NACIONAL DE IRRIGACIÓN, *Correspondencia relativa a la solicitud de concesión a la declaración de las aguas de la laguna*

- na como propiedad de la Nación* (A. H. A. Fondo infraestructura hidráulica, Caja 1117, Exp. 15658, Fojas 31), 1924-1932.
- , *Ley sobre irrigación con aguas federales*, núm. 1, octubre, México, 1926.
- , Liga Central de Comunidades Agrarias del Estado de Morelos, *Oficio sobre la solicitud de un estudio de las condiciones que guarda el canal El Rodeo, para determinar si posee capacidad y poder utilizar sus aguas para riego* (A. H. A. Caja 1962, Exp. 29394, Fojas 4), 1933.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CNA), *Calidad del agua del lago El Rodeo conforme a parámetros físicos, químicos y biológicos (1990-2001)*, Estadísticas de Medio Ambiente, México, 2003, http://www.semarnat.gob.mx/estadisticas_ambientales/compendio/02medio_ambiente/agua.shtml
- CONSERVATION INTERNATIONAL, *Heterandria bimaculata*, 2000, <http://www.ci-mexico.org.mx>
- GARCÍA QUINTERO, A., *Estudio hidrológico preliminar del vaso del Rodeo para considerar la aportación máxima que es posible derivar del río Tembembe* (A. A. Fondo Consultivo Técnico Caja 457, Exp. 4247, Fojas 32), 1938.
- GÓMEZ, José Luis *et al.*, *Reproducción de la tilapia en la laguna de El Rodeo, Estado de Morelos. Tópicos de investigación en Postgrado* 3(1), 1993, pp. 16-22.
- GUZMÁN, Santiago *et al.*, *Contribución al estudio de la biología del pez ornamental Guppy (Heterandria bimaculata) y su relación con algunos parámetros físicos y biológicos en la Laguna El Rodeo, de Morelos*, México, tesis de licenciatura (Biólogo)-UNAM, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, 1996.
- INEGI, *Archivo histórico de localidades*, <http://www.inegi.gob.mx>
- MARTE GÓMEZ, R., *Las comisiones agrarias del sur. México*, Centro de Estudios Históricos del Agrarismo en México (CEHAM), 1982.
- MENTÍS, B. von, *Pueblos en el siglo XIX a través de sus documentos*, México, CIESAS, 1986.

- ORIVE ALBA, Adolfo, *La irrigación en México*, México, Grijalbo, 1970.
- PICCINELLI, G. *et al.*, *Estudio de la calidad del agua de la laguna de El Rodeo* (Morelos, México), “Conflictos en el uso de los recursos naturales”, *Revista Chilena de Historia Natural* (en publicación), 2003.
- SALGADO, Mario *et al.*, *Diagnóstico de la problemática de la contaminación del agua en el estado de Morelos*, México, SEDUE, 1989.
- ZAMBRANO, L., “Impact of Introduced Fish for Aquaculture in Mexican Freshwaters Systems, *en Non-Indigenous Freshwater Organisms: Vectors, Biology and Impacts*, 1999.

Semblanzas de los autores

Américo Saldívar V.

Licenciatura y maestría en Planificación de la Economía Nacional, en Moscú, Rusia, maestría en Ciencias Sociales y doctorado en Sociología, cuenta con diversas publicaciones en libros, revistas y periódicos, 11 ponencias en diversos foros, con temas relacionados con los recursos naturales y el medio ambiente, y actualmente es profesor de tiempo completo en la Facultad de Economía. División de Estudios de Posgrado, Facultad de Economía, UNAM, ext. 22161 y 22144, e-mail: americo@servidor.unam.mx

César Adrián Ramírez Miranda

Doctorado en Ciencias Sociales, con especialidad en Desarrollo Rural, cuenta con 7 publicaciones en libros y prensa, es profesor investigador de la Universidad Autónoma de Chapingo, coordinador del Programa Universitario de Investigación y Servicio en Regionalización Agrícola y Desarrollo Sustentable (PISRADES). Catedrático de asignatura en la FES-Aragón-UNAM en el Posgrado en Economía.

Daniel Callo-Concha

Es de nacionalidad peruana, cuenta con estudios de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú. Es maestro en Ciencias de la Universidad Autónoma de Chapingo, México. Actualmente es investigador asistente (invitado) por el Centro de Agroforestería de la Universidad Autónoma de Chapingo en el tema de Captura de Carbono en Sistemas Agroforestales. M en C. Investigador Asistente del Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma de Chapingo, e-mail: dancacon@hotmail.com

José Luis Romo Lozano

Economista con grado de doctor in Forestry and Environmental Studies. Profesor investigador en la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, desde 1984, es representante de México en la Organización Internacional no Gubernamental “Natural Heritage Institute” desde 1999, actualmente cuenta con 6 publicaciones relacionadas con la economía y los recursos naturales. e-mail: jlromo@taurus1.chapingo.mx

Ramón Cruz Altamirano

Licenciatura en Biología, doctorado en Ecología. Grado académico doctor of Philosophy, área de especialización actual Evaluación Económica Ambiental de proyectos, cuenta con amplia experiencia académica, ha impartido cursos de posgrado en el Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM); Instituto Tecnológico de Estudios Supe-

riores ITESM-CEM; en la Universidad de las Américas, A. C. En el ámbito profesional ha sido consultor de proyectos financiados con fondos del Banco Interamericano de Desarrollo (BID); Overseas Economic Cooperation Fund (OECF) del Japón y el Banco Mundial, además de contar con 16 Publicaciones nacionales y 2 internacionales. Tel/Fax: (55) 5574-2471.

María Luisa Quintero Soto

Licenciatura en Planificación para el Desarrollo Agropecuario y Maestría en Ciencias Agrícolas con especialidad en Desarrollo rural en el Colegio de Posgraduados, doctora en Ciencias Sociales con especialidad en Teoría Política por la Universidad Iberoamericana. Profesora de la Universidad Autónoma del Estado de México. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Diodoro Granados Sánchez

El profesor es biólogo egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM, tiene una maestría en Ciencias Biológicas, una maestría en Sociología Rural del departamento de Sociología de la UACH y es doctor en Ecología por la Pacific Western University.

Edilberto Matías Hernández San Román

Licenciatura en Planificación para el Desarrollo Agropecuario, por la FES-Aragón, maestría en Ciencias en Agroforestería para el desarrollo sostenible por la UACH, Becado por Conacyt.

Gerardo Noriega Altamirano

Ingeniero Agrónomo especialista en Suelos por la Universidad Autónoma Chapingo. Es inspector orgánico por la Independent Organic Inspectors Association. A la UACH ingresó en 1986 como profesor investigador, donde dicta los cursos de Meteorología, Agrometeorología, Bioclimatología y Zonificación Agroecológica.

José César Lima Cervantes

Licenciado en derecho por la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón; licenciado en Economía en la misma universidad. Maestría en derecho fiscal por parte de la UNAM; especialidad en amparo en el Instituto de Especialización Judicial de la Suprema Corte de Justicia de la Nación; dos diplomados en Dirección de Personal por parte del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey.

Edze Kieft Mulder

Es maestro en Economía por la Universidad de Ámsterdam, actualmente se desempeña como profesor de asignatura de Matemáticas, Econometría y Modelos Económicos aplicados a las Finanzas en la Maestría de Economía de la FES-Aragón.

Luis Felipe Sánchez Díaz

Ingeniero Geólogo, por el Instituto Politécnico Nacional, maestro en Ciencias, especialidad en Geología, por el Instituto Politécnico Nacional.

Pedro Sunyer Martín

Es licenciado y doctor en Geografía por la Universidad de Barcelona, técnico en Medio Ambiente por la International University Center, y técnico en Sistemas de Información Geográfica por UNGIS, Universidad de Gerona. Se encuentra en México, desde 1997, como profesor de la FES-Aragón, UNAM. Sus publicaciones versan principalmente sobre la historia de la ciencia en España y México; y tiene estudios y diversas publicaciones divulgativas sobre cuestiones ambientales.

Rafael Borrayo López

Estudios de doctorado en Ciencias Económicas (en curso), Universidad Nacional Autónoma de México. Maestría en Economía en División de Estudios de Posgrado, Facultad de Economía, UNAM. Diplomado en Econometría, Facultad de Economía (SUA), UNAM.

Juan Manuel Castañeda A.

Estudios de ingeniería química y maestría en ingeniería química con orientación en fenómenos de transporte por la UNAM. Amplia experiencia en el área de diseño de procesos, instalación y operación de plantas en la industria química, petroquímica y farmacéutica, alcanzada en firmas de consultoría como *Bufete Industrial*, *Proyectos Marinos*, *NOVUM* y otras empresas del ramo. Experto en elaboración de proyectos de ingeniería en diferentes niveles de detalle y evaluaciones económico-financieras de proyectos productivos. Con cursos de especialización y experiencia

en programación numérica, elaboración de estudios de impacto ambiental y análisis de riesgos en la industria en general. Actualmente labora para *RVL-Consultores* en actividades de consultoría en planeación geográfico-espacial, diseño de sistemas de manejo de bases de datos e información geográfica, así como en la elaboración de estudios económico-ambientales a escala regional, micro-regional y municipal.

Yolanda Trápaga Delfín

Es Licenciada en Sociología por la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM. Maestría en Sociología en la UNAM. Cuenta con el Diplomado de Estudios Avanzados y el Doctorado en Economía por la Universidad de París VIII, Francia. Especialidad: Cultura, Ideología y Sociedad en los siglos XIX y XX.

Índice

INTRODUCCIÓN

<i>Ma. Luisa Quintero Soto y Carlos Fonseca Hernández</i>	5
---	---

Primera parte

Enfoques para el estudio de la problemática ambiental

EL ENFOQUE CONCEPTUAL DE LA ECONOMÍA ECOLÓGICA

<i>Ma. Luisa Quintero Soto</i>	15
Introducción	15
Perspectiva teórica de la economía ecológica	17
Principios de la economía ecológica	19
Elementos indispensables de la economía ecológica.	23
Corrientes teóricas del medio ambiente.	25
El marco teórico de los recursos naturales	29
Conclusiones	33
Bibliografía	33

DESARROLLO SUSTENTABLE Y DESARROLLO ECONÓMICO

<i>Ramón Cruz Altamirano</i>	35
Antecedentes	35

Retos tecnológicos	39
Distintas interpretaciones del problema agropecuario y forestal	41
El concepto de desarrollo	43
Hacer operativo el concepto de desarrollo sustentable.	45
Óptimo biológico vs. Óptimo económico.	47
El vector de desarrollo sustentable.	48
El gradiente temporal del desarrollo sustentable.	50
La articulación de la tecnología	56
Las razones de la eficiencia y la tecnología.	57
Modelos de innovación tecnológica.	60
Conclusiones	63
Bibliografía	66

ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE EL DESARROLLO

SUSTENTABLE Y SU MEDICIÓN

<i>Américo Saldívar V.</i>	69
Introducción	69
Desanudar el nudo gordiano.	73
Reflexiones sobre indicadores y valoración económica.	74
Cuentas satélites	76
Cobrar o no cobrar, ¡that's the question!	77
Los activos naturales no producidos (ANP).	79
Beneficios por reducción de emisiones	81
La evaluación social (ES).	82
Estudio de caso	83
Valoración de los servicios ambientales (intangibles).	84
El pago por servicios ambientales	85
Criterios	87
Conclusiones	88
Bibliografía	90

Segunda parte

*Indicadores ambientales del desarrollo
económico y métodos de
valoración ambiental*

ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL

TERRITORIO; HERRAMIENTA PARA EL

DESARROLLO SUSTENTABLE

DE LA COMUNIDAD DE ACHOTÁN

<i>Edilberto Matías Hernández San Román</i>	95
Introducción	95
Localización del área de estudio	97
Metodología	98
Diagnóstico ambiental	101
Diagnóstico demográfico	111
Diagnóstico económico	115
El ordenamiento ecológico del territorio	126
Conclusiones	138
Bibliografía	139

SUSTENTABILIDAD Y POLÍTICAS PÚBLICAS

EN LA PLANEACIÓN MUNICIPAL

<i>César Adrián Ramírez Miranda</i>	141
Introducción	141
Una golondrina no hace verano, ¿puede un municipio hacer sustentabilidad?	143
Los problemas de la región Atenco-Texcoco y la ZMCM	146
Enfoque de planeación para la sustentabilidad en la región Atenco-Texcoco	153
Las líneas de la planeación municipal para un desarrollo alternativo	158
Consideraciones finales	163
Bibliografía	169

APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA
SELVA MAYA DE QUINTANA ROO

<i>Diodoro Granados Sánchez</i>	173
Introducción	173
La selva maya	174
Historia y organización de la selva.	180
Manejo de la selva.	182
Especies arbóreas con capacidad comercial	184
Propuestas del Plan de Corta	186
Ejemplo de organización y aprovechamiento de la selva (Ejido Noh-Bec).	189
Conclusiones	201
Bibliografía	205

LA APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA EVALUACIÓN
DE LOS RECURSOS NATURALES: CASO SUBCUENCA
DEL RÍO CUXTEPEQUES, CHIAPAS

<i>Gerardo Noriega Altamirano y Sergio Cruz Hernández</i>	207
Introducción	207
Ubicación geográfica de Chiapas	209
Las regiones de Chiapas	209
La Frailesca de cara al siglo XXI	211
La subcuenca del río Cuxtepeques.	217
El Sistema de Información Geográfica	218
Conclusiones	221
Bibliografía	222

SERVICIOS AMBIENTALES POR SISTEMAS
AGROFORESTALES;
UNA APROXIMACIÓN

<i>Daniel Callo-Concha</i>	223
Introducción. Teoría económica	223

Casos de interés: Gestión de la biodiversidad	229
Gestión de SAFS para promover la biodiversidad	235
Gestión de la captura de carbono	236
Estado de arte	238
Alcances finales	242
Conclusiones	243
Bibliografía	244

EL CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN

EL SECTOR AUTOMOTRIZ

<i>Edze Kieft Mulder</i>	249
Introducción	249
Proyección del parque	253
Estimación del parque	255
Estimación de la demanda de combustibles	260
Conclusiones	270
Bibliografía	271

INDICADORES DEL DESARROLLO SUSTENTABLE:

EL CASO DE LOS RECURSOS FORESTALES

EN MÉXICO

<i>José Luis Romo Lozano</i>	273
Introducción	273
Indicadores	274
Marcos teóricos en la selección de indicadores	275
Enfoque presión-estado-respuesta (PER)	276
Enfoque de fuerzas conductoras presión-estado-impacto-respuesta (FPEIR)	279
Enfoque sistémico	279
Enfoque de criterios e indicadores (CEI)	282
Críticas a los marcos conceptuales	284
Informe de México sobre indicadores del Proceso de Montreal	286
Conclusiones	288
Bibliografía	289

MODELOS DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA EN
EL MUNDO: UN RETO FRENTE A LA SUSTENTABILIDAD

<i>Yolanda Trápaga Delfín</i>	291
Introducción	291
Antecedentes	292
Modelos de la agricultura orgánica certificada	294
Estados Unidos de América	296
La Unión Europea	300
Japón	306
México	308
Cuba	310
Agricultura orgánica	312
Agricultura sustentable	314
Conclusiones	319
Bibliografía	322

ENFOQUE ESTRUCTURAL DE PROBLEMAS
ECONÓMICO-AMBIENTALES A NIVEL REGIONAL: UN
CASO DE ESTUDIO PARA LA REGIÓN CENTRO DE MÉXICO

<i>Rafael Borrayo López y Juan Manuel Castañeda A.</i>	325
Introducción	325
Una perspectiva de análisis desde el capital natural crítico: capital natural y criterio de sustentabilidad fuerte	330
¿Qué significa invertir en capital natural, cuando éste es algo no producible, y por qué es condición necesaria para la planeación ambiental?	336
Descripción del capital natural: componentes y procesos ambientales	339
Tipos de capital natural según las ocupaciones del espacio	340
Nexo central entre capital natural y sustentabilidad	341

Criterios de sustentabilidad: fuerte y débil	342
¿Por qué un criterio de sustentabilidad fuerte?	344
Las funciones ambientales del capital natural	345
Elementos para la identificación y medición CNC	348
Algunos problemas para hacer operativo el concepto de CNC.	350
Elementos del diagnóstico del capital natural para la RCM.	352
Disponibilidad, usos y calidad del suelo	354
Disponibilidad, usos y calidad del agua	358
Disponibilidad, usos y calidad de los recursos forestales y la biodiversidad	363
Generación y disposición de desechos sólidos y líquidos y la situación de la calidad del aire	369
Conclusiones y recomendaciones. Implicaciones de política ambiental regional	375
Bibliografía	383

LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y LA NECESIDAD
DE REFORMAR EL MARCO JURÍDICO ACTUAL

<i>José César Lima Cervantes</i>	389
Marco jurídico constitucional en materia de aguas nacionales	389
Antecedentes	393
Bases para la administración de la República hasta la promulgación de la Constitución (22 de abril de 1853).	398
Análisis vigente.	401
Naturaleza, propósitos y estructura del derecho por descargas de aguas residuales	403
Conclusiones	417
Bibliografía	418

DISPONIBILIDAD NATURAL DE LOS RECURSOS
HÍDRICOS EN MÉXICO

<i>Luis Felipe Sánchez Díaz</i>	419
Antecedentes	419
Precipitación	420
Aguas superficiales	420
Aguas subterráneas	423
Calidad del agua	426
Usos del agua	429
Indicadores internacionales	430
Política hidráulica en el país (2001-2006)	432
Conclusiones	435
Bibliografía	436

LA MAGIA DEL RIEGO: IRRIGACIÓN Y DESARROLLO
AGRÍCOLA EN EL ESTADO DE MORELOS. CONFLICTOS
EN EL USO DE LOS RECURSOS NATURALES

<i>Pedro Sunyer Martín</i>	437
Riego y desarrollo agrícola en México	437
El Rodeo: una obra para la revolución agrícola y agraria	440
Efectos directos e indirectos, positivos y negativos de El Rodeo	443
Un problema en El Rodeo: la calidad del agua de la laguna	452
Conflictos en el uso de los recursos naturales	454
Conclusiones	459
Bibliografía	461

SEMBLANZAS DE LOS AUTORES	465
-------------------------------------	-----